

ADRIAN TRIF

MARIAN BORZAN

CRISTINA ȘTEFANA MIRON-BORZAN

LOGISTICĂ. APLICAȚII WinQSB

UTPRESS

Cluj-Napoca, 2019

ISBN 978-606-737-381-3

Adrian TRIF

Marian BORZAN

Cristina Ștefana MIRON-BORZAN

LOGISTICĂ. APLICAȚII WinQSB

UTPRESS

Cluj-Napoca, 2019

ISBN 978-606-737-381-3



Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
C.P. 42, O.P. 2, 400775 Cluj-Napoca
Tel.:0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
<http://biblioteca.utcluj.ro/editura>

Director: Ing. Călin D. Câmpean

Recenzia: Conf. dr. ing. Adrian Todoruț
Și. dr. ing. Lucian Fekete

Copyright © 2019 Editura U.T.PRESS

Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-381-3



Teoria grafurilor

Generalități

- * Un graf reprezintă o pereche ordonată de mulțimi:
- * $G=(V,E)$
- * Mulțimea V reprezintă o mulțime nevidă și finită de elemente (vârfurile grafului), iar mulțimea E este o mulțime de perechi de vârfuri din graf.
- * Grafurile pot fi orientate și neorientate.
- * Grafurile neorientate au perechile de vârfuri din mulțimea E neordonate fiind denumite muchii. Perechea neordonată formată din vârfurile x și y se notează $[x,y]$; vârfurile x și y se numesc extremitățile muchiei.

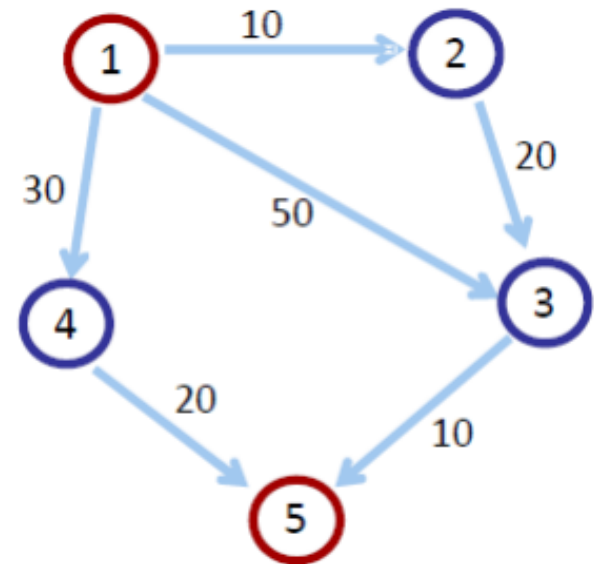
- * În cazul grafurilor orientate, perechile de vârfuri din mulțimea E sunt ordonate și sunt denumite arce. Perechea ordonată formată din vârfurile x și y se notează (x,y) ; vârful x se numește extremitate inițială a arcului, iar vârful y se numește extremitate finală a arcului.
- * Dacă există un arc sau o muchie cu extremitățile x și y , atunci vârfurile x și y sunt adiacente; fiecare extremitate a unei muchii/unui arc este considerată incidentă cu muchia/arcul respectiv.

Importanță

- * - Rutare in cadrul unei retele (telefonice, de calculatoare etc.)
- * - Gasirea drumului minim dintre doua locatii (Google Maps, GPS etc.)

Costul unei muchii si al unui drum

- * Costul drumului de la nodul 1 la 5 este:
 - * drumul 1: $w_{14} + w_{45} = 30 + 20 = 50$
 - * drumul 2: $w_{12} + w_{23} + w_{35} = 10 + 20 + 10 = 40$
 - * drumul 3: $w_{13} + w_{35} = 50 + 10 = 60$
 - * **drumul de cost minim** de la nodul 1 la 5 este prin nodurile 2 si 3.





APLICAȚII WinQSB

WinQSB

- * Programul este destinat cercetarii operationale
- * Este, de asemenea, un soft cu interfata windows si cu limitari mai mici privind dimensiunea problemelor de rezolvat.
- * Este foarte usor de portat date in alte programe si ofera optiuni de control al aspectului paginilor printate.
- * Este de dimensiuni reduse si putin pretentios in ceea ce priveste performantele calculatorului pe care lucreaza.

Win QSB

- * Modulele oferite de produs sunt:
- * 1. Acceptance Sampling Analysis – Analiză de încadrare în limite
- * 2. Aggregate Planning – Planificare agregată
- * 3. Decision Analysis – Analiză decizională
- * 4. Dynamic Programming – Programare dinamică
- * 5. Facility Location and Layout – Amplasarea întreprinderii
- * 6. Forecasting - Previziune
- * 7. Inventory Theory and System – Teoria și sistemul stocurilor
- * 8. Job Scheduling – Planificarea operațiilor
- * 9. Linear and Integer Programming – Programare liniară și întregă
- * 10. Linear and Integer Goal Programming - Programare liniară și întregă cu funcție obiectiv

Win QSB

- * 11. MarKov Process – Procese Markov
- * 12. Material Requirements Planning – Planificarea necesarului de materiale
- * 13. Network Modeling – Modelarea grafurilor
- * 14. Nonlinear Programming – Programare neliniară
- * 15. PERT/CPM
- * 16. Quadratic Programming – Programare pătratică
- * 17. Queuing Analysis – Analiza firelor de așteptare
- * 18. Queuing System Simulation – Simularea sistemelor cu fire de așteptare
- * 19. Quality Control Chart – Grafice de control al calității

Win QSB

- * Meniul principal cuprinde următoarele opțiuni:
- * 1. File – crearea unei probleme noi, încărcarea unei probleme existente, salvarea sau imprimarea unei probleme, setarea parametrilor de imprimare
- * Win QSB 2. Edit – manipularea textului (Cut, Copy, Paste); modificarea numelui unei probleme (Problem Name)
- * 3. Format – formatarea modului de afișare a numerelor (Number) și a textului (Font), modul de aliniere, definirea dimensiunilor pentru rânduri și coloane
- * 4. Solve and Analyze – opțiuni legate de modurile în care o problemă poate fi rezolvată; acest meniu se modifică în funcție de tipul de problemă
- * 5. Result – modul de afișare a rezultatelor

Win QSB

- * 6. Utility – produsul oferă câteva utilități, cum ar fi:
 - * 1. Calculator, științific sau standard
 - * 2. Ceas, analog sau digital
 - * 3. Grafice – permite desenarea unor grafice de următoarele tipuri:
 - * 1. De suprafață
 - * 2. Bare verticale 2D
 - * 3. Bare verticale 3D
 - * 4. Coloane 2D
 - * 5. Coloane 3D
 - * 6. Linii
 - * 7. Plăcintă 2D
 - * 8. Plăcintă 3D
 - * 9. Nor de puncte
- * 7. Window – modul de dispunere a diferitelor ferestre deschise la un moment dat
- * 8. WinQSB – permite navigarea între modulele produsului, respectiv
- * selectarea unui anumit tip de problemă

Modelarea grafurilor – Network Modelling

- * Acest modul ajută la rezolvarea mai multor tipuri de probleme de teoria grafurilor, între care problema de transport, drum minim în graf, flux maxim sau minim în graf, probleme de alocare, problema comis-voiajorului.
- * Problemele din această categorie pot fi introduse în două moduri:
 - * sub forma unei matrice sau
 - * prin reprezentarea grafică a grafului.
- * Opțiunile se găsesc în meniul Format.

* Forma matriceală

- Implicit, modulul presupune introducerea problemei sub formă matriceală. Fiecare celulă din matricea aferentă reprezintă coeficientul arcului de la un nod la altul, coeficient ce poate avea diferite semnificații:
 - * costul unitar de transport, **profitul**, **distanța** sau **capacitatea arcului respectiv**.
- * Nodurile sursă sunt dispuse pe linii, iar nodurile destinație pe coloane.
- * Opțiunile legate de modificarea criteriului pentru funcția obiectiv, denumirea nodurilor, tipul problemei se găsesc în meniul Edit. Din același meniu se pot adăuga sau șterge noduri.

- * **1. Editarea nodurilor - opțiunea Node din meniul Edit.**

- * - În fereastra aferentă se pot specifica: denumirea nodului, localizarea nodului, capacitatea nodului, cu (+) pentru cerere și (-) pentru ofertă.
- * Pentru a șterge un nod se selectează opțiunea Remove.

- * **2. Editarea arcelor – opțiunea Arc/ Connection/ Link din meniul Edit**

- * Se editeaza arcele prin selectarea numelor nodurilor implicate din listă. Apoi se pot introduce sau modifica costurile, distanțele, profitul, capacitatea sau coeficientul după caz. În final se selectează butonul OK. Un arc poate fi șters, prin selectarea butonului Remove.

- *

- * **3. Modelul grafic** este reprezentat pe o foaie cu linii verticale și orizontale. Configurarea foii se poate face dacă se selectează opțiunea :

- * Configuration: Row, Column, and Width din meniul Format.

1. Problema de transport

- * Obiectivul problemei de transport este de determinare a drumului cu **cost total de transport minim sau maxim** dintre un set de noduri sursă și un set de noduri destinație, problemă rezolvată cu ajutorul metodei „Simplex”.

Exemplu:

- * O companie produce același produs în **3 fabrici diferite** și îl distribuie prin **3 depozite regionale**. **Capacitățile de producție ale fabricilor și necesarul depozitelor** sunt date în tabelul următor. **Costurile de fabricație** pentru acest produs sunt **identice în toate cele trei fabrici, singurele costuri relevante fiind cele de transport** între fabrici și depozite și se găsesc în tabelul de mai jos, exprimate în EURO.

La / De la	Depozit 1	Depozit 2	Depozit 3	Capacitate (buc.)
Fabrica 1	5	4	3	100
Fabrica 2	8	4	3	300
Fabrica 3	9	7	5	300
Necesar (buc)	300	200	200	

Se dorește determinarea modului de livrare produselor din fabrici către depozite pentru a realiza minimizarea costului total de transport, cu respectarea constrângerilor legate de capacitățile de producție ale fabricilor și necesarul depozitelor.

Modul de rezolvare al problemei

- * - Selectarea opțiunii New din meniul File
- * trebuie specificate următoarele elemente:
 - * tipul problemei, în cazul nostru problema de transport
 - * tipul de criteriu pentru funcția obiectiv, respectiv de minimizare în acest caz
 - * modul de introducere a datelor (matricial / grafic)
 - * titlul problemei
 - * numărul de surse și numărul de destinații, în cazul nostru 3 și respectiv 3

Modul de rezolvare al problemei

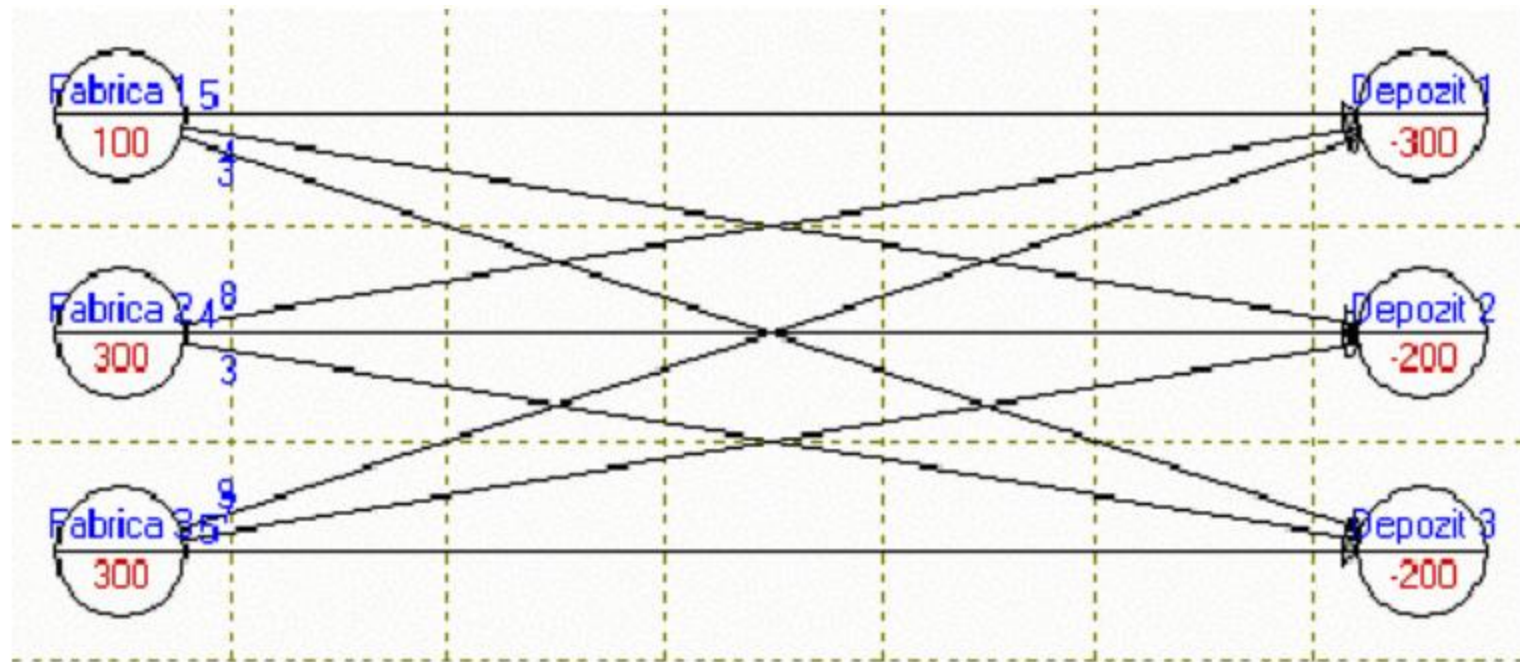
- * introducerea costurilor de transport, a disponibilului și a necesarului în tabelul creat, prin tastarea valorilor în celulele corespunzătoare.
- * denumirile nodurilor se pot modifica utilizând opțiunile meniului Edit.

- * Fereastra principală a modului, în care sunt introduse datele, este prezentată mai jos:

The screenshot displays the main window of the Network Modeling software. The title bar reads "Network Modeling". The menu bar includes "File", "Edit", "Format", "Solve and Analyze", "Results", "Utilities", "Window", "WinQ5B", and "Help". The toolbar contains various icons for file operations, editing, and solving. The main window title is "Transport: Minimization (Transportation Problem)". Below the title, there is a status bar showing "Demand : Depozit 3" with a red 'X' and a green checkmark, and the value "200". The main data area contains a table with the following structure:

From \ To	Depozit 1	Depozit 2	Depozit 3	Supply
Fabrica 1	5	4	3	100
Fabrica 2	8	4	3	300
Fabrica 3	9	7	5	300
Demand	300	200	200	

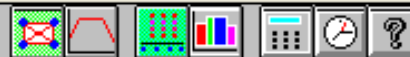
- * Pentru a vizualiza graful aferent problemei se selectează opțiunea Switch to Graphic Model din meniul Format



* **Rezolvarea problemei** se face alegând una din opțiunile disponibile în meniul Solve and Analyze:

* ***Solve the Problem*** – deschide o nouă fereastră cu rezultate finale în formă matricială

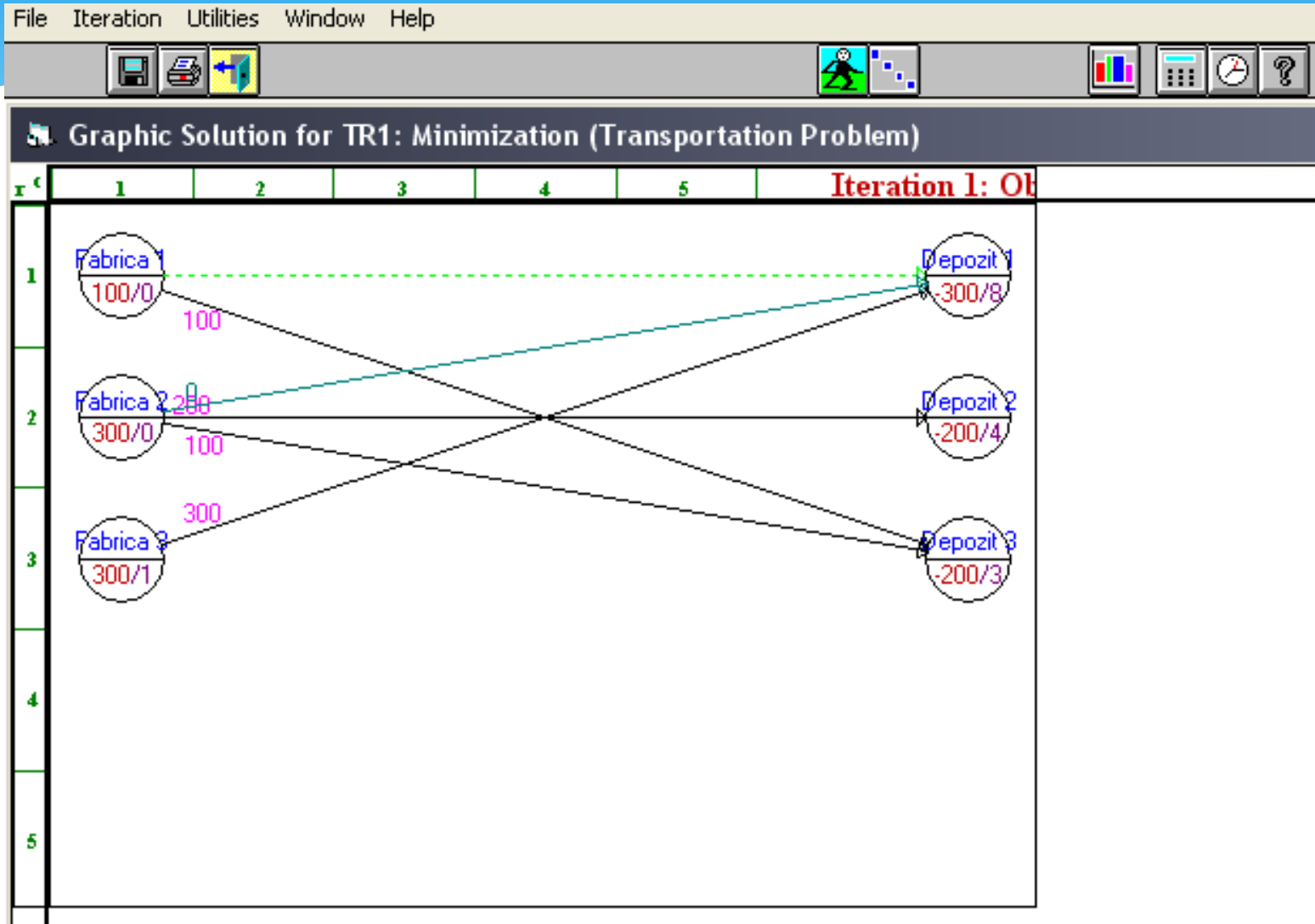
File Format Results Utilities Window Help



Solution for TR1: Minimization (Transportation Problem)

04-16-2013	From	To	Shipment	Unit Cost	Total Cost	Reduced Cost
1	Fabrica 1	Depozit 1	100	5	500	0
2	Fabrica 2	Depozit 2	200	4	800	0
3	Fabrica 2	Depozit 3	100	3	300	0
4	Fabrica 3	Depozit 1	200	9	1800	0
5	Fabrica 3	Depozit 3	100	5	500	0
	Total	Objective	Function	Value =	3900	

- * ***Solve and Display Steps-Network*** – vizualizarea etapelor din rezolvarea problemei în formă grafică



- * ***Solve and Display Steps-Tableau*** – vizualizarea etapelor din rezolvarea problemei, în formă matricială

File Iteration Utilities Window Help

Transportation Tableau for TR1 - Iteration 1

From \ To	Depozit 1	Depozit 2	Depozit 3	Supply	Dual P(i)
Fabrica 1	5 Cij=-3**	4	3 100	100	0
Fabrica 2	8 0*	4 200	3 100	300	0
Fabrica 3	9 300	7	5	300	1
Demand	300	200	200		
Dual P(i)	8	4	3		
Objective Value = 4100 (Minimization)					
** Entering: Fabrica 1 to Depozit 1 * Leaving: Fabrica 2					

* ***Select Initial Solution Method*** – oferă posibilitatea alegerii unei metode pentru soluția inițială, dintre următoarele disponibile:

- * a. Minimum pe linii
- * b. Minimum pe linii modificat
- * c. Minimum pe coloane
- * d. Minimum pe coloane modificat
- * e. Metoda colțului de Nord-Vest
- * f. Minimum din matrice
- * g. Aproximarea lui Vogel
- * h. Aproximarea lui Russell

- * În urma selectării opțiunii Solve the Problem s-au obținut următoarele rezultate în care apar cantitățile de transportat între depozite astfel încât costul total de transport să fie **minim**.

File Format Results Utilities Window Help

0.00 A

Solution for TR1: Minimization (Transportation Problem)

04-16-2013	From	To	Shipment	Unit Cost	Total Cost	Reduced Cost
1	Fabrica 1	Depozit 1	100	5	500	0
2	Fabrica 2	Depozit 2	200	4	800	0
3	Fabrica 2	Depozit 3	100	3	300	0
4	Fabrica 3	Depozit 1	200	9	1800	0
5	Fabrica 3	Depozit 3	100	5	500	0
	Total	Objective	Function	Value =	3900	

Costul total de transport este minim 3900 EUR dacă:

☒ Fabrica 1 aprovizionează doar Depozitul 1 cu 100 buc. din produs

☒ Fabrica 2 aprovizionează Depozitul 2 cu 200 buc și Depozitul 3 cu 100 buc

☒ Fabrica 3 acoperă restul de necesar, respectiv 200 buc. Pentru Depozitul 1 și 100 buc. pentru Depozitul 3

- * Modulul oferă și posibilitatea efectuării unor analize de tip „What-If” sau parametric prin apelarea opțiunilor *Perform What If Analysis* sau *Perform Parametric Analysis* din meniul *Solve and Analyze*.

- * Exemple:

- * 1) Costul de transport între Fabrica 3 și Depozitul 3 crește, devenind 7 EURO.

The screenshot shows the WinQSB software interface. The 'Solve and Analyze' menu is open, displaying options: 'Solve the Problem', 'Solve and Display Steps - Network', 'Solve and Display Steps - Tableau', 'Select Initial Solution Method', 'Perform What If Analysis', and 'Perform Parametric Analysis'. Below the menu, a transportation problem table is visible, showing the cost of transport between three factories and three depots, along with supply and demand values.

From \ To	Depozit 1	Depozit 2	Depozit 3	Supply
Fabrica 1	5	4	3	100
Fabrica 2	8	4	3	300
Fabrica 3	9	7	5	300
Demand	300	200	200	

From \ To	Depozit 1	Depozit 2	Depozit 3	Supply
Fabrica 1	5	4	3	100
Fabrica 2	8	4	3	300
Fabrica 3	9	7	5	300
Demand	300	200	200	

What If Analysis



What If Analysis allows a minor change of the problem and resolve it without altering the original data. Select what to analyze, and click an item from the list or press the Vector button. Then enter the new value of the selected item. When it is ready, press the OK button to solve with the new change. The original data is retained.

Analysis on

- Link (Arc) Coefficient (Cost/Distance)
- Node Value (Supply/Demand)
- Flow Upper Bound
- Flow Lower Bound

Select one or press Vector

- Fabrica 1 to Depozit 1
- Fabrica 1 to Depozit 2
- Fabrica 1 to Depozit 3
- Fabrica 2 to Depozit 1
- Fabrica 2 to Depozit 2
- Fabrica 2 to Depozit 3
- Fabrica 3 to Depozit 1
- Fabrica 3 to Depozit 2
- Fabrica 3 to Depozit 3

Link Cost/Distance

7

Fabrica 3 to Depozit 3

OK

Cancel

Help

Vector

* Ca urmare a creșterii costului de transport dintre Fabrica 3 și Depozitul 3, costul total de transport va crește cu 100 EUR, devenind 4000 EUR, modificându-se în același timp și cantitățile de transportat astfel:

- * • Fabrica 1 aprovizionează în continuare doar Depozitul 1 cu 100 buc. din produs
- * • Fabrica 2 aprovizionează Depozitul 2 cu 100 buc și Depozitul 3 cu 200 buc
- * • Fabrica 3 nu mai aprovizionează Depozitul 3, ci asigură 200 buc. pentru Depozitul 1 și 100 buc. pentru Depozitul 2

04-16-2013	From	To	Shipment	Unit Cost	Total Cost	Reduced Cost
1	Fabrica 1	Depozit 1	100	5	500	0
2	Fabrica 2	Depozit 2	100	4	400	0
3	Fabrica 2	Depozit 3	200	3	600	0
4	Fabrica 3	Depozit 1	200	9	1800	0
5	Fabrica 3	Depozit 2	100	7	700	0
	Total	Objective	Function	Value =	4000	

- * 2) Fabrica 2 are o capacitate de productie de doar 200 bucăți

From \ To	Depozit 1	Depozit 2	Depozit 3	Supply
Fabrica 1	5	4	3	100
Fabrica 2	8	4	3	300
Fabrica 3	9	7	5	300
Demand	300	200	200	

What If Analysis

What If Analysis allows a minor change of the problem and resolve it without altering the original data. Select what to analyze, and click an item from the list or press the Vector button. Then enter the new value of the selected item. When it is ready, press the OK button to solve with the new change. The original data is retained.

Analysis on

- Link (Arc) Coefficient (Cost/Distance)
- Node Value (Supply/Demand)
- Flow Upper Bound
- Flow Lower Bound

Supply(+)/Demand(-)

Select one or press Vector

Fabrica 1
Fabrica 2
Fabrica 3
Depozit 1
Depozit 2
Depozit 3

Fabrica 2

OK

Cancel

Help

Vector

04-16-2013	From	To	Shipment	Unit Cost	Total Cost	Reduced Cost
1	Fabrica 1	Depozit 1	100	5	500	0
2	Fabrica 2	Depozit 2	200	4	800	0
3	Fabrica 3	Depozit 1	100	9	900	0
4	Fabrica 3	Depozit 3	200	5	1000	0
5	Unfilled_Demand	Depozit 1	100	0	0	0
	Total	Objective	Function	Value =	3200	

- * Costul total de transport scade la 3200 EUR, dar :
- * Depozitul 1 nu poate fi aprovizionat decât cu 200 buc. care provin – 100 buc. de la Fabrica 1 și 100 buc. de la Fabrica 3.
- * În același timp, Fabrica 2 aprovizionează doar Depozitul 2, necesarul Depozitului 3 fiind acoperit de Fabrica 3.

2. Problema drumului minim

- * Problema presupune existența unui singur nod sursă și a unui singur nod destinație și calcularea drumului minim între acestea.
- * Rezolvarea se bazează pe algoritmul „Labeling”.
- * Exemplu:
 - * Transportul unor utilaje trebuie să se efectueze între localitățile Seattle și El Paso folosind căi de comunicație ce trec prin alte 10 localități intermediare. Să se determine drumul minim între cele două localități dacă se cunosc distanțele între acestea.

3. Teoria stocurilor – EOQ

- * Modulul rezolvă și evaluează probleme și sisteme de control al stocurilor, între care și probleme convenționale de tip EOQ (Economic Order Quantity).
- * Se presupune că:
 - * rata cererii este constantă;
 - * produsele sunt independente;
 - * durata de comandă este constantă;
 - * nu există nici o incertitudine în procesul decizional.
- * EOQ reprezintă cantitatea comandată care minimizează costul total de stocare.

- * Acest cost total de stocare este definit după cum urmează.
- * Fie:
 - D: Cererea pe unitate de timp
 - * P: Rata producției
 - * A: Costul fix de achiziție
 - * C: Costul unitar de achiziție
 - * h: Costul unitar de stocare pe unitatea de timp
 - * p: Costul lipsei din stoc a unei unități de produs, independent de timp
 - * q: Costul lipsei din stoc a unei unități de produs pe unitatea de timp
 - * t: Durata de aprovizionare
 - * Q: Cantitatea comandată
 - * b: Cantitatea maximă de rezervă
 - * K: Costul total de stocare, ca funcție cu variabilele Q și b, calculat după formula:

$$K = AD/Q + h[Q(1-D/P)-b]^2/[2Q(1-D/P)] + qb^2/[2Q(1-D/P)] + pbD/Q,$$

Exemplu:

- * Un magazin consideră că va vinde aproximativ 200 de bucăți dintrun anumit produs într-un an.
- * Costul de stocare pentru o unitate este de 30 EUR pe an
- * Costul asociat unei comenzi este de 35 EUR
- * Costul de achiziție al unei bucăți este de 100 EUR.
- * Care este cantitatea optimă de aprovizionat?

Rezolvare:

- * deschiderea unei noi probleme în modulul Inventory Theory and System
- * se alege primul tip, respectiv EOQ și se completează numele problemei și unitatea de măsură pentru timp (în cazul nostru ani).
- * introducerea datelor în fereastra corespunzătoare problemei

Inventory Theory and System

File Edit Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help



Cantitate de aprovizionat (EOQ)

Order quantity if you known : ENTRY

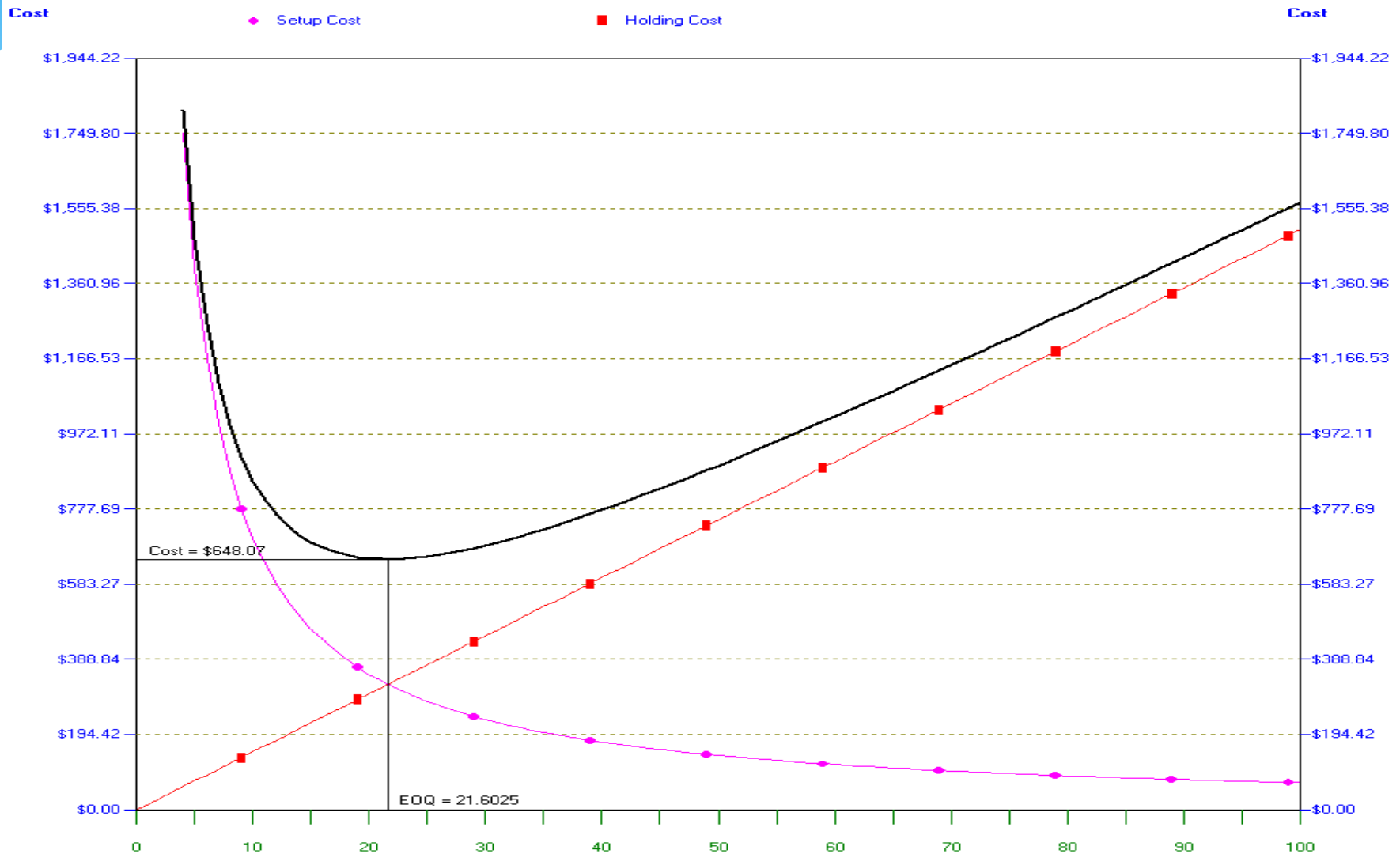
DATA ITEM	ENTRY
Demand per year	200
Order or setup cost per order	35
Unit holding cost per year	30
Unit shortage cost per year	M
Unit shortage cost independent of time	
Replenishment or production rate per year	M
Lead time for a new order in year	
Unit acquisition cost without discount	100
Number of discount breaks (quantities)	
Order quantity if you known	

Rezultatele obținute sunt prin rularea opțiunii Solve the Problem din meniul Solve and Analyze sunt date în tabelul următor:

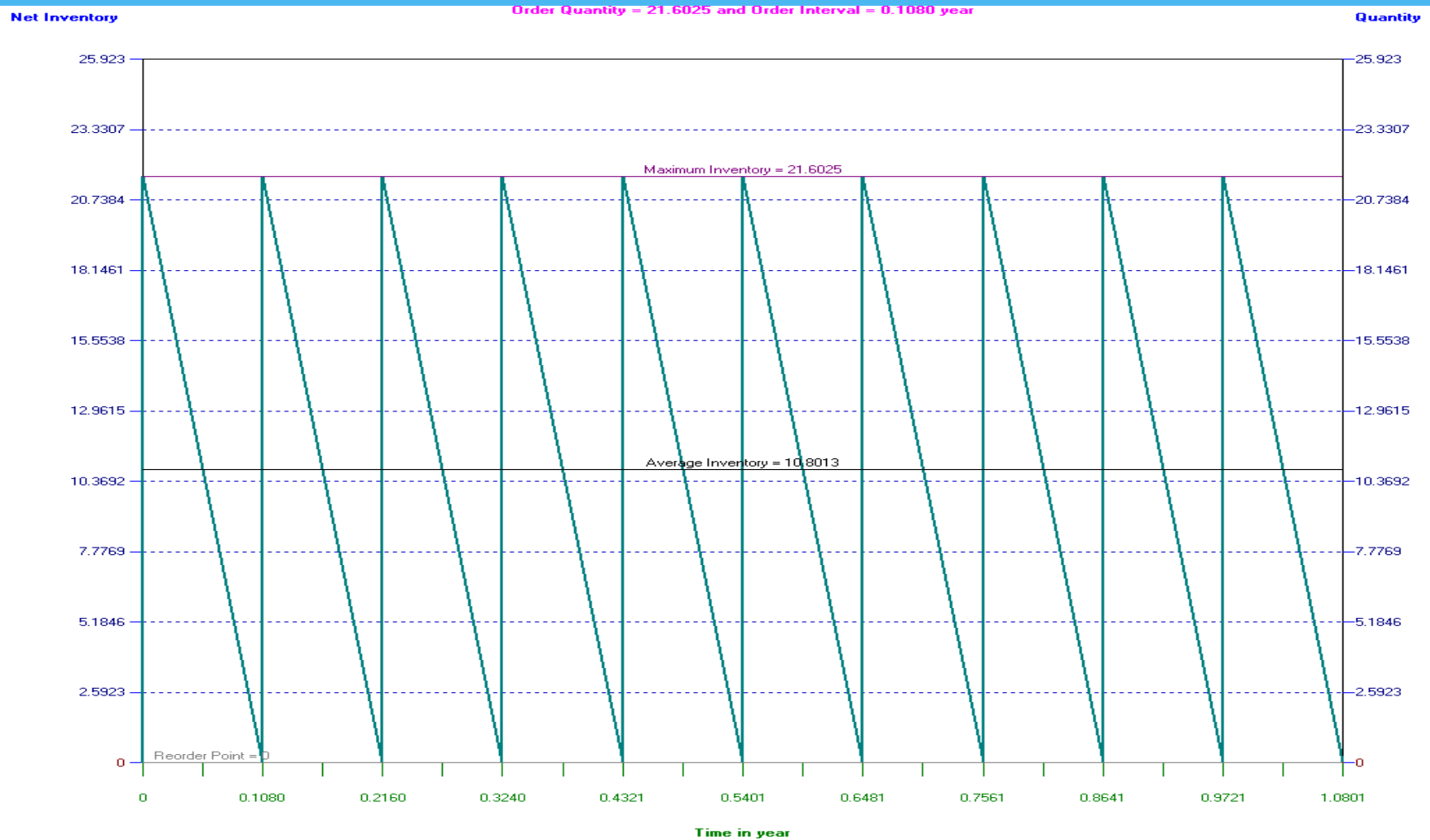
04-16-2013	Input Data	Value	Economic Order Analysis	Value
1	Demand per year	200	Order quantity	21.6025
2	Order (setup) cost	\$35.00	Maximum inventory	21.6025
3	Unit holding cost per year	\$30.00	Maximum backorder	0
4	Unit shortage cost		Order interval in year	0.1080
5	per year	M	Reorder point	0
6	Unit shortage cost			
7	independent of time	0	Total setup or ordering cost	\$324.04
8	Replenishment/production		Total holding cost	\$324.04
9	rate per year	M	Total shortage cost	0
10	Lead time in year	0	Subtotal of above	\$648.07
11	Unit acquisition cost	\$100.00		
12			Total material cost	\$20,000.00
13				
14			Grand total cost	\$20,648.07

- * Cantitatea optimă de aprovizionat va fi de 21,6 bucăți la intervale de 0,108 dintr-un an, adică de aproximativ 40 de zile.
- * Stocul maxim optim va fi de asemenea de 21,6 bucăți. Costul total anual de aprovizionare va fi de 20648 EUR.
- * cantitatea optimă: 22 bucăți pe comandă.

- * **Costurile anuale implicate** și modul de obținere a soluției optime pot fi reprezentate grafic cu ajutorul opțiunii **Graphic Cost Analysis** din meniul **Results**



- * Evoluția anuală a stocului și intervalele de comandă sunt prezentate cu ajutorul opțiunii **Graphic Inventory Profile** din meniul Results.



Modulul permite efectuarea unor diferite analize pe baza parametrilor implicați, cum ar fi:

- * cererea anuală,
 - * costul de stocare
sau
 - * costul de comandă.
-
- * Să presupunem că dorim să vedem cum evoluează cantitatea optimă de aprovizionat în cazul unei creșteri a cererii anuale de la 200 de bucăți la 250, pentru fiecare creștere de 10 bucăți.
 - * Specificăm acest lucru în fereastra de dialog corespunzătoare opțiunii **Perform Parametric Analysis** din meniul **Results**

Parametric Analysis

Select a parameter for analysis

- Demand per year
- Order or setup cost per order
- Unit holding cost per year
- Unit shortage cost per year
- Unit shortage cost independent of time
- Replenishment or production rate per year

Demand per year
200.0000

Enter the start, end, and step values for the selected parameter for analysis.

Start from 200.0000

End at 250.0000

Step 10

OK Cancel Help

- * Rezultatele prezintă evoluția costurilor și a cantității optime de aprovizionat pe măsură ce cererea anuală crește cu 10 bucăți:

04-16-2013 21:22:22	Demand per year	Economic Order Quantity	Inventory Related Cost	Grand Total Cost	Total Setup Cost	Total Holding Cost	Total Shortage Cost	Total Material Cost	Maximum Inventory	Maximum Backorder	Order Interval in year	Reorder Point
1	200	21.6025	\$648.07	\$20,648.07	\$324.04	\$324.04	0	\$20,000.00	21.6025	0	0.1080	0
2	210	22.1359	\$664.08	\$21,664.08	\$332.04	\$332.04	0	\$21,000.00	22.1359	0	0.1054	0
3	220	22.6569	\$679.71	\$22,679.71	\$339.85	\$339.85	0	\$22,000.00	22.6569	0	0.1030	0
4	230	23.1661	\$694.98	\$23,694.98	\$347.49	\$347.49	0	\$23,000.00	23.1661	0	0.1007	0
5	240	23.6643	\$709.93	\$24,709.93	\$354.96	\$354.96	0	\$24,000.00	23.6643	0	0.0986	0
6	250	24.1523	\$724.57	\$25,724.57	\$362.28	\$362.28	0	\$25,000.00	24.1523	0	0.0966	0

Se observă că pentru o cerere anuală de 250 de bucăți, cantitatea optimă de aprovizionat devine 24,15 bucăți la intervale de aproximativ 35 de zile, cu un cost total de 25725 EUR.

Dacă în prezent magazinul se aprovizionează cu o altă cantitate decât cea optimă, putem specifica această cantitate în fereastra principală a modului, în câmpul Order Quantity if you know, iar prin rezolvarea din nou a problemei obținem o comparație a costurilor implicate în cele două cazuri.

Să considerăm că magazinul comanda până acum produsul în pachete a câte 20 de bucăți. Rezultatele sunt prezentate în tabel:

DATA ITEM	ENTRY
Demand per year	200
Order or setup cost per order	35
Unit holding cost per year	30
Unit shortage cost per year	M
Unit shortage cost independent of time	
Replenishment or production rate per year	M
Lead time for a new order in year	
Unit acquisition cost without discount	100
Number of discount breaks (quantities)	
Order quantity if you know	20

04-16-2013	Input Data	Value	Economic Order Analysis	Value	Known Order Analysis	Value
1	Demand per year	200	Order quantity	21.6025	Order quantity	20
2	Order (setup) cost	\$35.00	Maximum inventory	21.6025	Maximum inventory	20
3	Unit holding cost per year	\$30.00	Maximum backorder	0	Maximum backorder	0
4	Unit shortage cost		Order interval in year	0.1080	Order interval in year	0.1
5	per year	M	Reorder point	0	Reorder point	0
6	Unit shortage cost					
7	independent of time	0	Total setup or ordering cost	\$324.04	Total setup or ordering cost	\$350.00
8	Replenishment/production		Total holding cost	\$324.04	Total holding cost	\$300.00
9	rate per year	M	Total shortage cost	0	Total shortage cost	0
10	Lead time in year	0	Subtotal of above	\$648.07	Subtotal of above	\$650.00
11	Unit acquisition cost	\$100.00				
12			Total material cost	\$20,000.00	Total material cost	\$20,000.00
13						
14			Grand total cost	\$20,648.07	Grand total cost	\$20,650.00

Se observă că, prin diminuarea cantității comandate, costul total de aprovizionare crește cu aproximativ 2 EUR pe an, datorită creșterii costului de comandă de la 324,04 EUR la 350 de EUR.

- * Modulul permite de asemenea să introducem rate de discount pentru anumite cantități comandate, după ce specificăm mai întâi numărul de astfel de tranșe posibile, ca valoare a câmpului Number of discount breaks (quantities) din fereastra principală și selectăm apoi opțiunea Discount Breaks din meniul Edit.

DATA ITEM	ENTRY
Demand per year	200
Order or setup cost per order	35
Unit holding cost per year	30
Unit shortage cost per year	M
Unit shortage cost independent of time	
Replenishment or production rate per year	M
Lead time for a new order in year	
Unit acquisition cost without discount	100
Number of discount breaks (quantities)	3
Order quantity if you know	20

Discount Breaks x

9

Number	Discount Break	Discount %
1	10	5
2	20	7
3	30	9

OK Cancel Help

Discount Analysis for Cantitate de aprovizionat

04-16-2013	Break Qty.	Discount %	EOQ	EOQ Cost	Feasibility	Order Qty.	Total Cost
0	0	0	21.6025	\$20,648.07	No	10	\$20,850.00
1	10	5	21.6025	\$19,648.07	No	20	\$19,650.00
2	20	7	21.6025	\$19,248.07	Yes	21.6025	\$19,248.07
3	30	9	21.6025	\$18,848.07	No	30	\$18,883.33
	Recommended	Order Qty. =	30	Discount =	9%	Total Cost =	\$18,883.33

- * Rezultatul este prezentat sub forma unui tabel
- * Cantitatea optimă de aprovizionat devine de 30 bucăți, cu un cost total de aprovizionare de 18883 EUR, având în vedere încadrarea acestei cantități în marja de reducere de 9%.

* Evoluția contității optime de aprovizionat având în vedere ratele de discount se obține cu ajutorul opțiunii Graphic Cost Analysis din meniul Results



4. METODA CPM

-Diagrama **PERT** (Program Evaluation Review Technique) este un **instrument de management al proiectului**, care a fost elaborat și folosit pentru prima oară de U.S. Navy în anii '50, pentru a coordona programul submarinului atomic Polaris.

-O metodologie de management similară, respectiv **Metoda Drumului Critic** (CPM- eng- Critical Path Method), care a fost elaborată cam în aceeași perioadă, pentru sectorul privat, a devenit sinonimă cu **PERT**.

-Aceasta este cauza pentru care sunt întâlnite variații de denumiri pentru același instrument: PERT, CPM sau PERT\CPM.

-Drumul critic reprezintă însiruirea activităților succesive, care însumează timpul total cel mai lung.

-Orice decalare de termen pe drumul critic atrage decalarea termenului final și implicit majorarea costurilor proiectului.

Diagrama PERT este utilizata si pentru planificarea unor activitati de mare complexitate, ce utilizeaza retele grafice cu o desfasurare logica si corecta cum ar fi :

- programe de marketing
- pregatirea unor campanii publicitare
- pregatirea unei actiuni de prospectare a pietei
- organizarea unei retele de distributie
- organizarea unei retele de service, etc.

Aceste activitati trebuie planificate intr-o succesiune logica si de asemenea trebuie sa se incadreze intr-un sistem de termene partiale

- este necesar ca intregul program sa fie conceput astfel incat realizarea lui sa coste cat mai putin si sa se termine cat mai repede.

Aceasta metoda are posibilitatea de a detecta operativ:

- orice abatere de la program

- poate evalua imediat care pot fi consecintele acestei abateri, astfel ca responsabilii programului pot stabili locurile critice, periculoase

- se pot lua la timp masurile necesare asigurarii termenelor si costurilor pentru un anumit obiectiv.

Diagrama PERT contine:

- informatii despre sarcinile dintr-un proiect,
- perioadele de timp pe care se intind
- dependentele dintre ele.

Forma grafica este o retea de noduri conectate de linii directionale (numita si «reteaua activitatilor «)

Metoda este utilizata pentru **optimizarea folosirii timpului si a cheltuielilor** in special la devoltarea si introducerea **produselor noi**.

In acest caz, o particularitate a sistemului este introducerea de variante posibile privitoare la durata planificata de desfasurare a fiecarei activitati in parte si astfel se pot face trei evaluari :

- durata de timp « optima »(notata cu a),fiind cea mai « scurta »
- durata cea mai « pesimista » (notata cu b)fiind limita maxima
- durata cea mai « probabila »(notata cu m)realizata in conditii normale

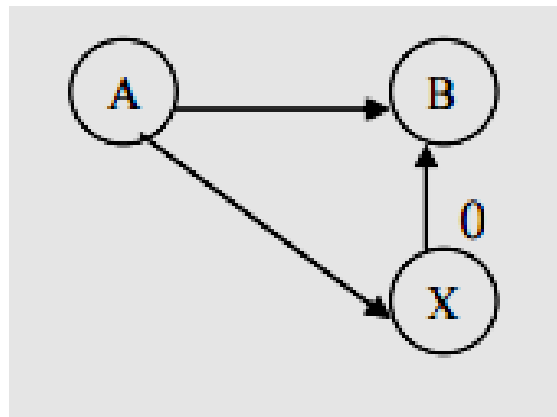
Rezulta ca durata de timp « medie »preconizata (notata cu t),va fi calculata cu formula :

$$t = \frac{a+4m+b}{6}$$

In functie de obiectivul urmarit in proiect, se vor utiliza evaluarile cele mai adecvate pentru activitatile specifice acestuia.

In cazul activitatilor cu aceleasi noduri (evenimente) de inceput si sfarsit, dar cu durate de timp diferite, se pot utiliza in grafic « activitati fictive » ce nu reprezinta o activitate reala si care actioneaza doar ca o constrangere logica pentru activitatile ce urmeaza dupa ea, avand o durata cu valoarea « 0 »

Exemplu :



(X-B)-activitate fictiva

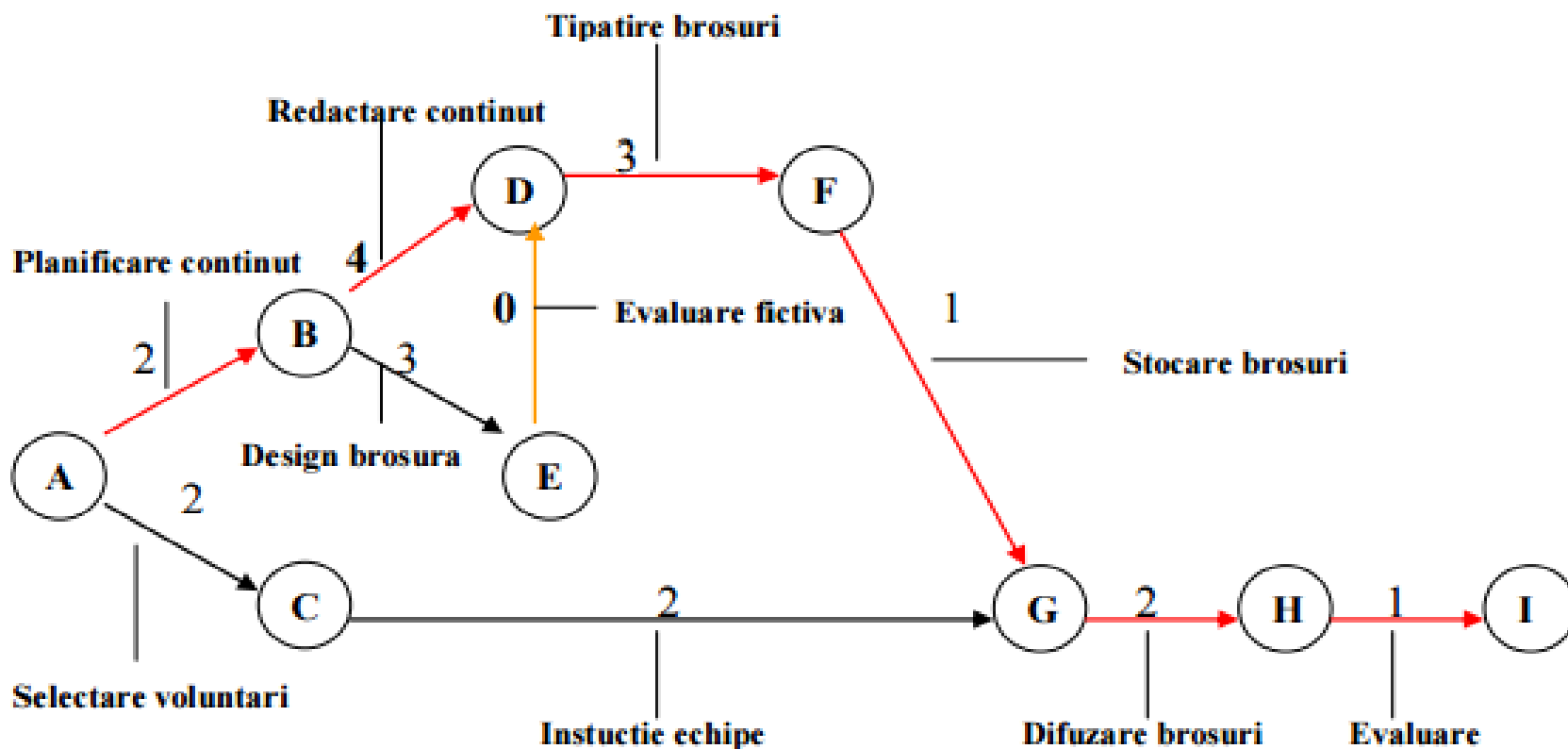
Exemplu

PROGRAM DE INFORMARE PRIN BROSURI, NECESAR IN PROCESUL DE ORGANIZARE A UNEI EXPOZITII

Cele mai importante momente pentru campanie de informare prin brosure sunt :

- planificarea continutului brosurilor,
- redactarea continutului, designul brosurii,
- tiparirea brosurilor, stocarea brosurilor,
- selectarea voluntarilor pentru distribuirea brosurilor,
- instruirea echipelor de distributie,
- difuzarea brosurilor,
- evaluarea rezultatelor activitatii de informare.

Diagrama PERT a unei campanii de informare prin brosure (faza primara)

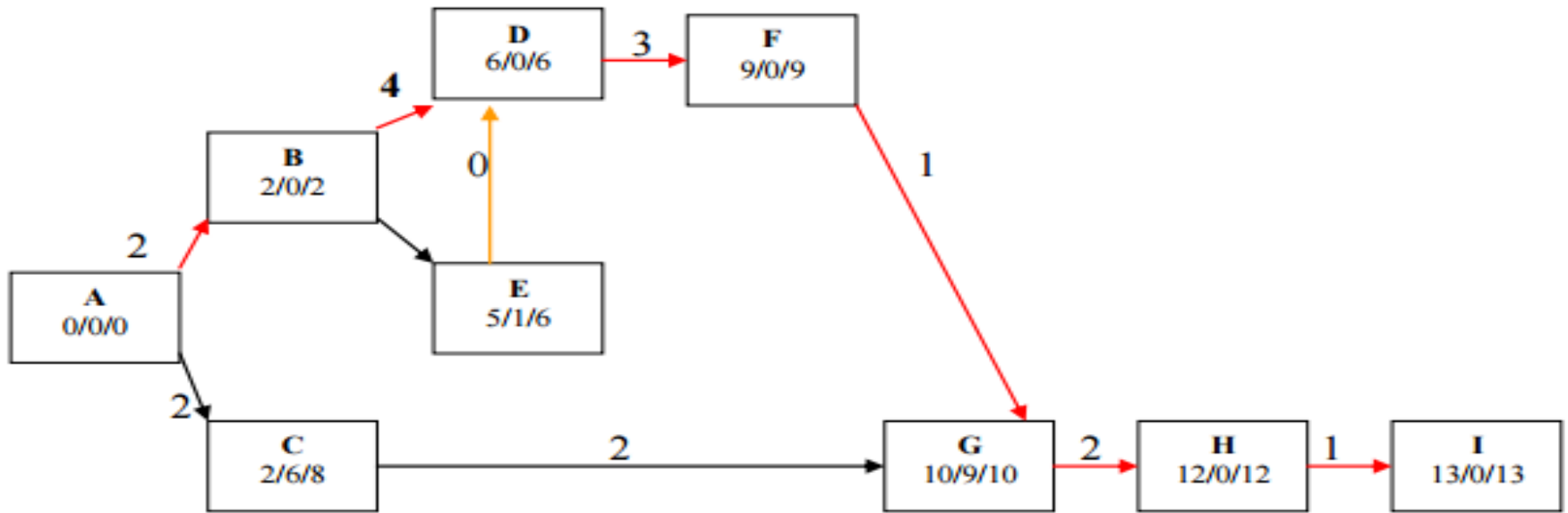


Activitatea fictiva este (D-E). Activitatea de « difuzare a brosurilor » (G-H) nu poate sa inceapa inainte de terminarea activitatilor de « tiparire a brosurilor »(D-F), stocare a brosurilor (F-G) si de « instruire a echipelor de voluntari » (C-G)

Activitatile acestei campanii de informare sunt prezentate in urmatorul tabel :


<i>Activitatea</i>	<i>Denumirea</i>	<i>Durata activitatii(zile)</i>
A-B	Planificarea continutului	2
B-D	Redactarea continutului	4
B-E	Design brosurii	3
D-F	Tiparirea brosurilor	3
F-G	Stocare brosurii	1
A-C	Selectare voluntari	2
C-G	Instruire echipe	2
G-H	Difuzare brosurii	2
H-I	Evaluare	1

Diagrama PERT a unei campanii de informare prin brosururi (faza finala):



- Daca notam in cadrul nodurilor diagramei pe langa litera respectiva inca trei cifre:
- numarul de zile de la inceputul proiectului cand evenimentul survine cel mai devreme,
 - marja de timp acceptabila pentru intarzieri
 - data limita la care poate surveni evenimentul)atunci diagrama se va prezenta astfel :
 - drumul critic este A-B-D-F-G-H-I
 - cele doua evenimente care nu se afla pe drumul critic sunt C si E

Analiza retelei activitatilor permite calcularea spatiului in care pot « pluti » activitatile, respectiv marja de timp cu care poate fi intarziata o activitate fara ca acest lucru sa duca la intarzieri ale proiectului in ansamblu.



Utilizarea software-ului WinQSB în analiza drumului critic pentru a rezolva problemele de planificare.

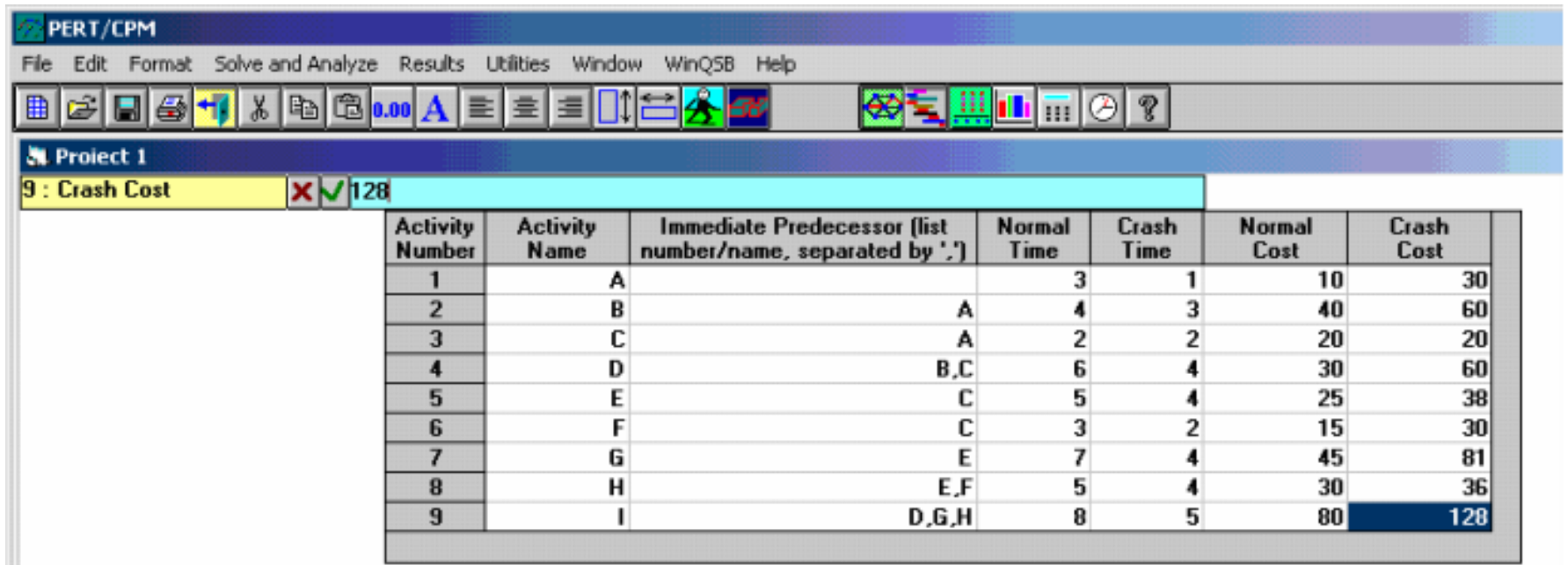
Cuvinte cheie: CPM, PERT, drumul critic, durata normală, durata avarie

-Pentru a obține un nou produs, o întreprindere trebuie să realizeze un proiect care conține 9 activități marcate de la A la I.

-Activitățile durată sunt în săptămâni și costurile în mii \$.

-Trebuie să fie stabilită durata minimă a proiectului astfel incat toate activitățile să fie finalizate.

File / New problem / new product



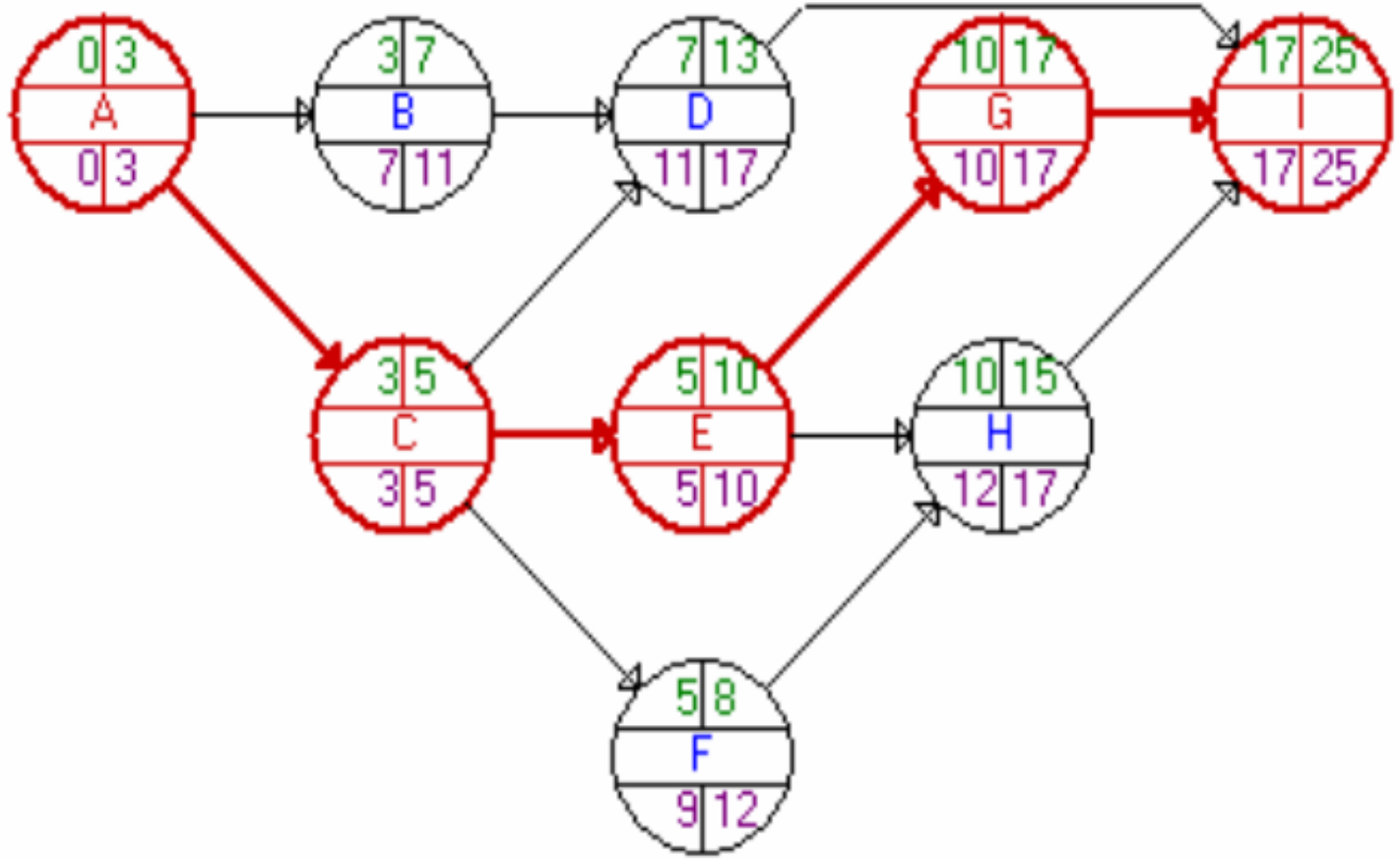
The screenshot shows the PERT/CPM software interface. The title bar reads "PERT/CPM". The menu bar includes "File", "Edit", "Format", "Solve and Analyze", "Results", "Utilities", "Window", "WinQ5B", and "Help". The toolbar contains various icons for file operations and analysis. The main window title is "Proiect 1". Below the title bar, there is a status bar showing "9 : Crash Cost" with a red 'X' and a green checkmark, and the value "128". The main data area contains a table with the following columns: Activity Number, Activity Name, Immediate Predecessor (list number/name, separated by ','), Normal Time, Crash Time, Normal Cost, and Crash Cost.

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost
1	A		3	1	10	30
2	B	A	4	3	40	60
3	C	A	2	2	20	20
4	D	B,C	6	4	30	60
5	E	C	5	4	25	38
6	F	C	3	2	15	30
7	G	E	7	4	45	81
8	H	E,F	5	4	30	36
9	I	D,G,H	8	5	80	128

Rezolvarea problemei utilizând duratele normale (Normal Time)

07-10-2008 16:45:46	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	3	0	3	0	3	0
2	B	no	4	3	7	7	11	4
3	C	Yes	2	3	5	3	5	0
4	D	no	6	7	13	11	17	4
5	E	Yes	5	5	10	5	10	0
6	F	no	3	5	8	9	12	4
7	G	Yes	7	10	17	10	17	0
8	H	no	5	10	15	12	17	2
9	I	Yes	8	17	25	17	25	0
	Project Completion Time	=	25	weeks				
	Total Cost of Project	=	\$295	(Cost on CP =	\$180)			
	Number of Critical Path(s)	=	1					

-proiectul poate fi finalizat în 25 de săptămâni, costul fiind 295 de mii de dolari și există doar o singură cale critică, cu un cost de 180 mii \$.



Graficul problemei aferente

Results / Show critical path

PERT/CPM

File Format Results Utilities Window Help

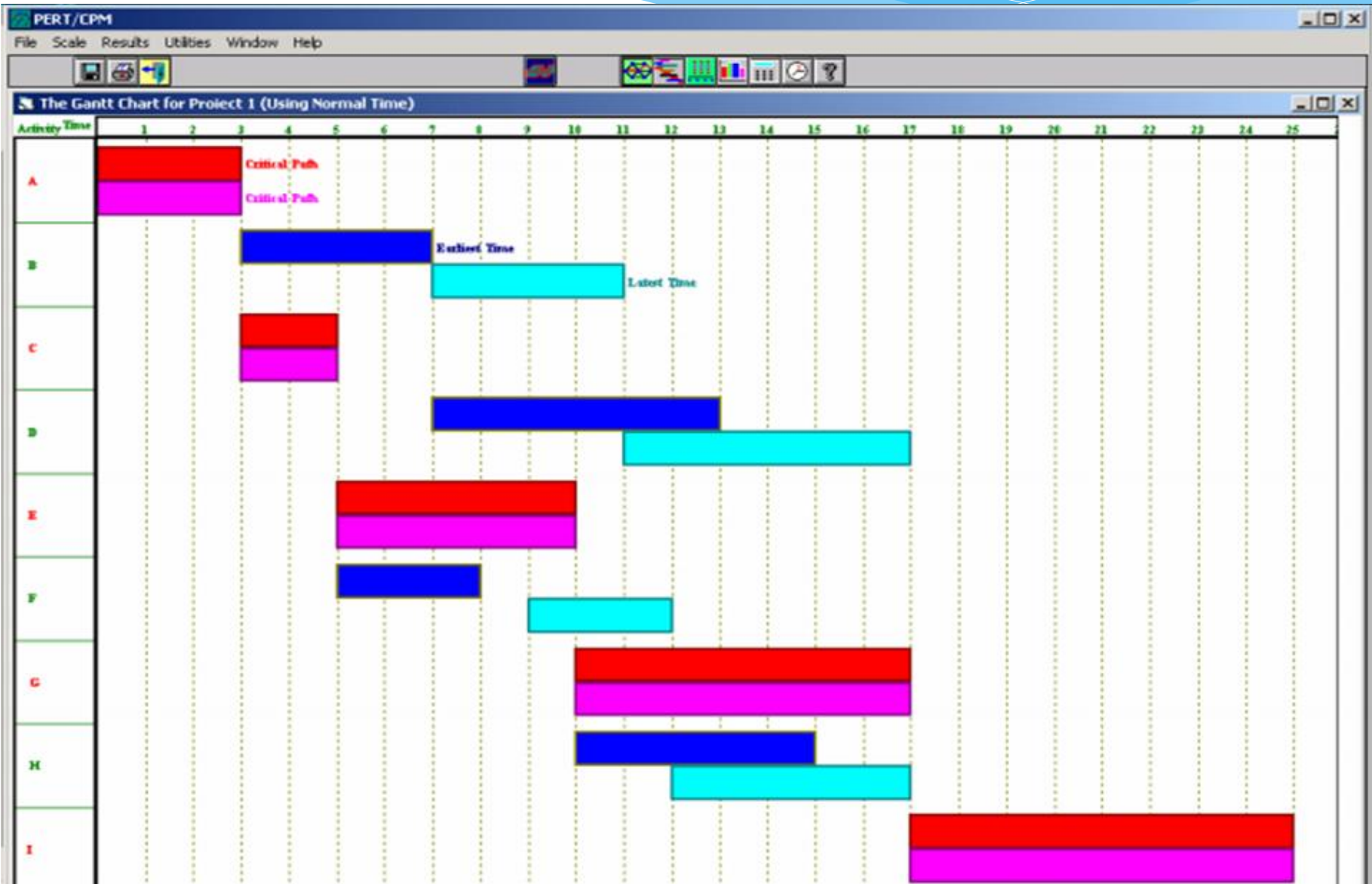
0.00 A

Critical Path(s) for Project 1 (Using Normal Time)

07-10-2008	Critical Path 1
1	A
2	C
3	E
4	G
5	I
Completion Time	25

Graficul GANT

Results / gant chart

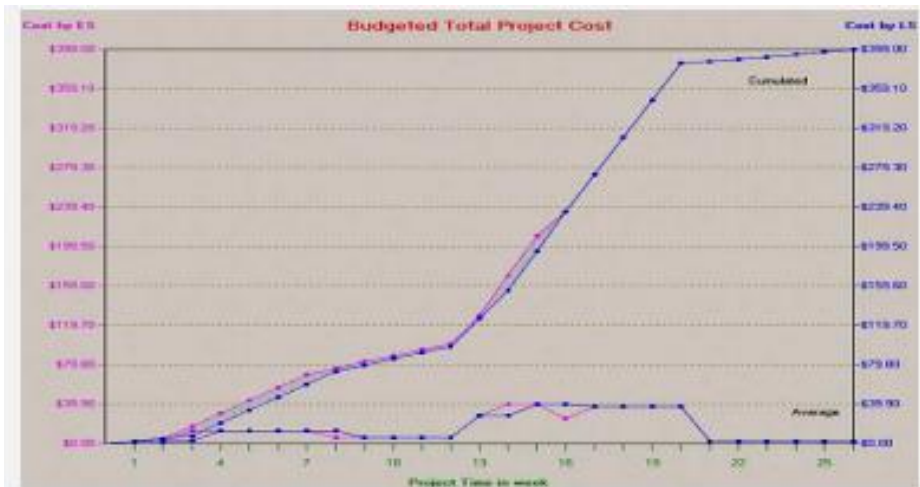


Modulul permite realizarea unei analize a costurilor implicate, furnizate de asemenea în două forme: tabelara sau grafica

Results / PERT / cost - Table

PERT / Cost Analysis for Project 1 (Using Normal Time)					
07-10-2008	Project Time in week	Cost Schedule Based on ES	Cost Schedule Based on LS	Total Cost Based on ES	Total Cost Based on LS
1	1	0,33 lei	0,33 lei	0,33 lei	0,33 lei
2	2	0,33 lei	0,33 lei	0,67 lei	0,67 lei
3	3	0,33 lei	0,33 lei	\$1	\$1
4	4	\$2	\$1	\$3	\$2
5	5	\$2	\$1	\$5	\$3
6	6	\$2	0,50 lei	\$7	3,50 lei
7	7	\$2	0,50 lei	\$9	\$4
8	8	1,50 lei	1,50 lei	10,50 lei	5,50 lei
9	9	\$1	1,50 lei	11,50 lei	\$7
10	10	\$1	\$2	12,50 lei	\$9
11	11	1,74 lei	2,14 lei	14,24 lei	11,14 lei
12	12	1,74 lei	1,64 lei	15,99 lei	12,79 lei
13	13	1,74 lei	1,74 lei	17,73 lei	14,53 lei
14	14	1,24 lei	1,74 lei	18,97 lei	16,27 lei
15	15	1,24 lei	1,74 lei	20,21 lei	18,01 lei
16	16	0,64 lei	1,74 lei	20,86 lei	19,76 lei
17	17	0,64 lei	1,74 lei	21,50 lei	21,50 lei
18	18	\$1	\$1	22,50 lei	22,50 lei
19	19	\$1	\$1	23,50 lei	23,50 lei
20	20	\$1	\$1	24,50 lei	24,50 lei
21	21	\$1	\$1	25,50 lei	25,50 lei
22	22	\$1	\$1	26,50 lei	26,50 lei
23	23	\$1	\$1	27,50 lei	27,50 lei
24	24	\$1	\$1	28,50 lei	28,50 lei
25	25	\$1	\$1	29,50 lei	29,50 lei

Results / PERT / cost - Graphic

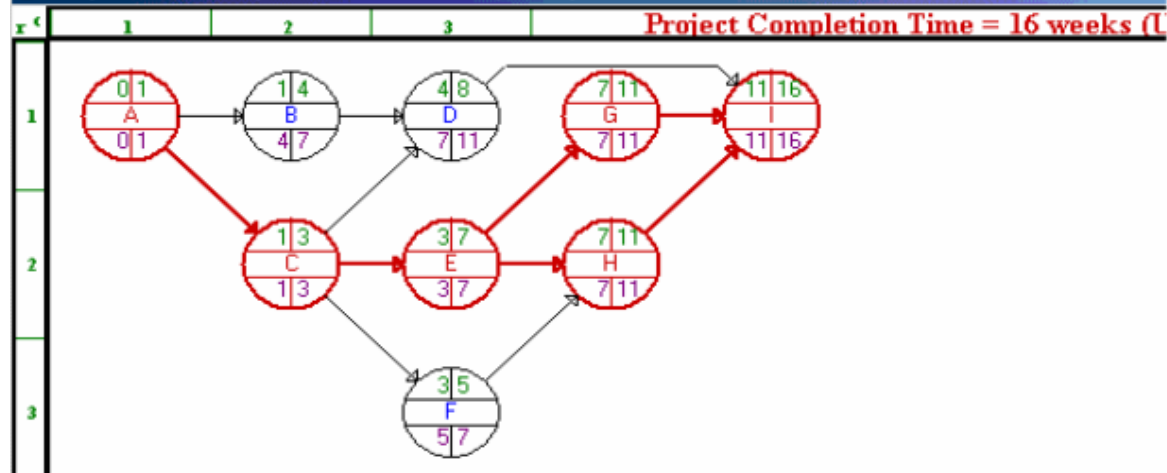


Rezolvarea problemei utilizând durata de avarie

Activity Analysis for Project 1 (Using Crash Time)

07-10-2008 16:46:00	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	1	0	1	0	1	0
2	B	no	3	1	4	4	7	3
3	C	Yes	2	1	3	1	3	0
4	D	no	4	4	8	7	11	3
5	E	Yes	4	3	7	3	7	0
6	F	no	2	3	5	5	7	2
7	G	Yes	4	7	11	7	11	0
8	H	Yes	4	7	11	7	11	0
9	I	Yes	5	11	16	11	16	0
Project	Completion Time	=	16	weeks				
Total	Cost of Project	=	\$483	(Cost on CP =	\$333)			
Number of	Critical Path(s)	=	2					

Project: Project 1 (Deterministic Activity Time)



Results / Show critical path

Critical Path(s) for Project 1 (Using Crash Time)

07-10-2008	Critical Path 1	Critical Path 2
1	A	A
2	C	C
3	E	E
4	G	H
5	I	I
Completion Time	16	16

Durata totală a proiectului este diminuată cu 9 săptămâni, fiind în acest caz de 16 săptămâni.

Activitățile drumului critic sunt identice, fiind, de asemenea, prezentate în tabelul de mai sus.

Costul proiectului deveni 483 de mii \$, cu 188 mii dolari mai mare decat în cazul unei durate normale.

Analiza de sensibilitate

Acest tip de analiză permite aplicarea unei serii de restricții referitoare la bugetul proiectului sau durata lui și pentru a stabili o repartizare a costurilor în direcția în care acestea vor fi cât mai mici.

Pentru proiectul dat, durata totală va fi 15 săptămâni.

În cazul în care proiectul este finalizat mai devreme, bonusul oferit este o sumă de **20 de mii \$ /săptămână**, iar pentru întârzieri, penalizarea este de **5 mii \$ / săptămână**. Aceste elemente vor fi menționate în fereastra corespunzătoare Solve and analyze -> Perform crashing

07-10-2008 16:54:20	Activity Name	Critical Path	Normal Time	Crash Time	Suggested Time	Additional Cost	Normal Cost	Suggested Cost
1	A	Yes	3	1	1	\$20	\$10	\$30
2	B	Yes	4	3	4	0	\$40	\$40
3	C	Yes	2	2	2	0	\$20	\$20
4	D	Yes	6	4	6	0	\$30	\$30
5	E	Yes	5	4	4	\$13	\$25	\$38
6	F	no	3	2	3	0	\$15	\$15
7	G	Yes	7	4	4	\$36	\$45	\$81
8	H	Yes	5	4	4	\$6	\$30	\$36
9	I	Yes	8	5	5	\$48	\$80	\$128
	Late	Penalty:						\$5
	Overall	Project:			16	\$123	\$295	\$423

Este evident că proiectul nu poate fi terminat mai devreme de 16 săptămâni, cu costul total de 423 de mii de \$, cu 123 de mii de dolari peste costul obișnuit pentru dezvoltarea de proiecte.