

8. MANAGEMENTUL OPERAȚIILOR

8.1 Considerații generale

Managementul operațiilor reprezintă procesul de administrare a resurselor necesare realizării cantității stabilite de produse, care sunt în concordanță cu cerințele pieței. Sfera actuală de cuprindere a managementului operațiilor, include, pe lângă firmele productive, și organizațiile furnizoare de servicii (bănci, servicii publice, etc.)

Managementul operațiilor cuprinde două abordări fundamentale:

1. proiectarea sistemului de producție;
2. asigurarea funcționării sistemului.

1. Proiectarea sistemului de producție implică elaborarea următoarelor decizii:

- stabilirea cerințelor de performanță;
- stabilirea volumului de producție;
- stabilirea tehnologiilor de fabricație;
- stabilirea numărului necesar de utilaje;
- stabilirea modului de amplasare a utilajelor;
- stabilirea metodelor de conducere și control.

2. Asigurarea funcționării sistemului în concordanță cu criteriile de performanță implică:

- planificarea operațiilor;
- conducerea operațiilor;
- gestiunea stocurilor;
- controlul calității.

Planificarea operațiilor

Managementul operațiilor abordează procesul de planificare pe două niveluri (tab. 8.1):

- **strategic**, care vizează proiectarea sistemului de producție
- **tactic**, care asigură funcționarea sistemului de producție

Decizii la nivel strategic	Informații care trebuie corelate
Gama de produse	<ul style="list-style-type: none">- informații furnizate de departamentul de marketing;- informații cu privire la posibilitățile de producție;- factori care limitează capacitatea de producție.

Proiectarea produsului a b e	- implicații asupra producției; - analiza costurilor; - analiza timpilor de fabricației.
Stabilirea tehnologiei, a echipamentelor, respectiv alegerea metodelor de prelucrare	- se analizează costul capitalului fix, costurile de exploatare în concordanță cu criteriile de performanță.
Amplasarea fabricii · 1 a A b	- numărul necesar de compartimente de producție; - amplasarea compartimentelor de producție; - costul de transport al materiilor prime și produselor finite; - forța de muncă disponibilă; - criteriile de performanță ale desfacerii.
Organizarea compartimentelor (secțiilor și atelierelor) de producție	- stabilirea modului de amplasare al utilajelor și instalațiilor; - spații de depozitare.
Sistemela de planificare și control	- proceduri de planificare

r

Tabelul 8.1b Abordarea procesului de planificare

Decizii la nivel tactic	Informații care trebuie corelate
Controlul producției	- secvențierea și planificarea operațiilor; - alocarea sarcinilor pe mașini; - monitorizarea planificatorului; - stabilirea rapoartelor de încadrare în timp, cost, performanțe.
Controlul stocurilor	- dimensionarea optimă a stocurilor de materie primă, subansamble, produse finite.
Controlul calității	- stabilirea tehnicilor de verificare în concordanță cu condițiile care determină refuzarea unui lot de produse; - stabilirea momentelor de verificare, respectiv de reglare a utilajelor.
Întreținerea utilajelor	- stabilirea programului de întreținere a utilajelor; - stabilirea programului de reparații a utilajelor; - stabilirea momentului de înlocuire a utilajelor.

8.2 Metode și tehnici utilizate pentru planificarea, organizarea și controlul activităților și resurselor

8.2.1 Introducere

Una dintre cele mai mari provocări cu care se confruntă firmele în mediul de afaceri în acest început de nou mileniu, este transformarea mentalităților, în sensul noilor paradigme ale producției. “Strategiile de viteză” împreună cu schimbările continue cu care se confruntă firmele în mediul economic, devenit instabil și imprevizibil, impun o tendință puternică de adaptare a organizațiilor industriale la toate procesele de schimbare ce li se impun în rezolvarea problemelor curente, datorate scurtării duratei de viață a produselor, și a faptului că fiecare an devine tot mai complex.

Ritmul schimbărilor din cadrul unei întreprinderi trebuie coordonat cu ritmul schimbărilor din mediul în care evoluează aceasta. În majoritatea organizațiilor procesul ajustării operațiilor la nivelul corespunzător atingerii obiectivelor reprezintă principala responsabilitate a managementului funcțional.

➤ După Jean-Marie Hasebroucq [Has-96], “în ultimii 30 de ani, pentru mulți, turbulența mentalităților occidentale pe care au constatat-o, coincide în fapt cu o puternică reșezare a unui model *modern* de civilizație, denumit concept *postmodernist* “. Această turbulență a mentalităților se propagă în cadrul lumii științifice, politice și mai ales economice. Ca și contingente în propriul mediu, antreprenorii și-au desfășurat și prezentat răspunsurile și ripostele pe parcursul a două generații:

1) în cursul primei generații, (de la mijlocul anilor 60 până la sfârșitul anilor 70), activitățile lor au început să se diversifice și deci a apărut o divizionalizare a structurilor tehnice;

2) în cursul celei de-a doua generații, (de la sfârșitul anilor 70 și până în prezent), se pariază pe strategii de viteză care, de fapt, ajung să genereze scenarii economice care să se adapteze schimbărilor economice ale acestei perioade, privilegiindu-se *viteza și designul original* în spiritul calității și a dominației costurilor. Toate acestea au condus la entuziasmul nemărginit al informatizării și la un sentiment de exagerare și de abuz în spiritul captivării clienților.

Aceste două perioade au fost analizate de mulți autori.

Astfel, în ceea ce privește *prima perioadă*, Navarre [Nav-93] afirmă în sinteza sa că, strategiile de diversificare și divizionalizare au condus la multiplicarea informațiilor de administrare și în consecință la :

- extinderea exagerată a circuitelor de decizie, care a condus aproape la hipertrofia și paralizarea vârfului strategic, la un veritabil *smog birocratic*, cât și la asfixierea echipelor de teren, afectându-le adaptarea la evoluția mediului și respectiv al concurenței [Jol-93];
- nevoia de comunicare și informarea neformală;
- creșterea *obsesivă* de proceduri de control, ceea ce conduce la o inerție crescută a structurilor de decizie și a sistemelor de control tradiționale, structuri ce devin costisitoare, handicapante, chiar inaplicabile pentru un anumit tip de situații în anumite tipuri de medii [Eme-65].

Cea de-a *doua perioadă* se referă la strategiile de *viteză* și anume strategii:

- de *β produse*, ca fiind produse scoase pe piață fără a fi complet finalizate din punct de vedere tehnic sau comercial, așa cum ar trebui să fie pentru prima generație de lansare.
 - de *fast-track development*, acoperind strategii care vizează scurtarea duratei totale de execuție a proiectului, și de fiecare dată, pe cât posibil, se ajunge la lansarea aprovizionărilor înainte să fie desăvârșită în totalitate concepția.
 - de *concurrent engineering*, care s-au impus datorită complexității crescânde a piețelor anilor ‘90 (constrângerea obsedantă a *produsului just*), ceea ce a forțat întreprinderile să adopte un mod mai complex de abordare a proiectelor (o singura coordonare între funcțiuni ne mai fiind suficientă).

Una dintre consecințele acestor perturbări generale a fost că s-a trecut practic de la managementul operațiilor la managementul proiectului.

“Aceste schimbări și bulversări, au indus presiuni, care au provocat ieșiri la suprafață, sub imperiul necesității de proiecte de toate felurile (științifice, tehnice, industriale, comerciale, sociale) din ce

în ce mai riscante, al căror impact este din ce în ce mai ridicat” [Haz-92]. În cadrul acestui mediu turbulent, firma a fost deci confruntată cu un management de activități tot mai puțin stabile, tot mai puțin repetitive și tot mai puțin cunoscute în raport cu operațiile tradiționale, rezultând astfel Managementul Proiectului. După anumite statistici din Statele Unite, în fiecare an, o activitate din opt nu a existat în anul precedent.

Lista definițiilor care urmează, încearcă să creeze o înțelegere cât mai complexă a noțiunii de management al proiectului.

- **Proiectul** – reprezintă o mulțime de activități specifice, a căror înlănțuire, în funcție de dependențele tehnologice impuse, conduce la atingerea unui scop a-priori precizat.
- **Proiectul** [Haz-92] - este “ansamblul acțiunilor limitate în timp și în spațiu, inserate în cadrul interacțiunii cu un mediu politico - socio - economic și tinzând, în mod istoric, spre un scop predefinit în mod progresiv, prin dialectica dintre gândire (în planul proiectului) și realitate”.
- **Managementul Proiectului** [Nav-89] - este “ansamblul metodelor și tehnicilor create pentru conceperea, analiza și conducerea activităților temporare, puternic ireversibile, non-repetitive, realizate sub constrângerea timpului, angajând resurse rare și limitate. Managementul Proiectului implică actori interconectați într-un sistem organizațional, care execută sarcini bine definite în cadrul unui proces al cărui conținut depinde de proiectul care trebuie realizat”.

Astfel, Managementul Proiectului se impune ca un instrument de lucru obligatoriu în conducerea afacerilor și proceselor industriale, oferind suportul organizatoric pentru ajustarea ritmului realizării operațiilor, dezvoltarea noilor produse, îmbunătățirea calității produselor, dezvoltarea tehnologică. Se tinde spre programarea activităților proiectului într-o manieră flexibilă și în timp real, după criteriile de timp economice și logice, precum și supervizarea derulării planificatorului, obținându-se astfel atât o diagnoză a evoluției proiectului, cât și o distribuție reprezentativă pentru durata proiectului, care să reflecte incertitudinile asociate cu duratele fiecărei activități.

8.2.2 Metode de planificare, organizarea și controlul activităților și resurselor

8.2.2.1 Considerații generale

Metodele și tehnicile utilizate cel mai frecvent în managementul prin proiecte, sunt cele de tip A.D.C. (Analiză Drumului Critic). Acestea focalizează atenția managerilor asupra riscurilor posibile pe parcursul evoluției proiectelor.

Proiectul implică finalizarea unor **activități** care consumă timp și resurse, fiind interconectate logic între ele prin intermediul **evenimentelor**. Fiecărei activități îi corespunde un eveniment de start și unul de final. Activitățile care nu pot fi startate decât după apariția unui eveniment, vor fi precedate de activități care trebuie finalizate în acel eveniment.

Dependențele tehnologice dintre activități sunt date de anumite constrângeri tehnologice, financiare, materiale și/sau de personal.

Reprezentarea grafică care fotografiază ansamblul de activități al unui proiect, precum și dependențele dintre acestea, se numește **rețea** sau **graf** (fig.8.3)

8.2.2.2 Terminologia metodei Drumului Critic

- Fiecare **cerc (nod)** al rețelei reprezintă câte un eveniment al proiectului, în termeni de **start** sau de **final** al uneia sau mai multor activități.

- Fiecare **arc orientat**, care are originea într-un eveniment (start) și destinația într-un alt eveniment (final), reprezintă câte o activitate a proiectului.
- Evenimentul de start al unei activități (eveniment precedent) este notat în mod generic cu litera **i**, iar evenimentul final al unei activități (eveniment succes) este notat în mod generic cu litera **j**, referirea generică a unei activități făcându-se cu ajutorul indicilor celor două noduri între care este cuprins arcul corespunzător activității a_{ij} . Rețelele de tip ADC sunt adesea numite **diagrame** [Loc-96]

8.2.2.3 Prezentarea Metodei Drumului Critic (C.P.M.)

- Se efectuează analiza structurală a proiectului și pe baza ei se întocmește o listă a activităților lui cu duratele de timp aferente și dependențele dintre ele, impuse de procesul tehnologic.
- O activitate nu poate fi startată până ce nu au fost finalizate toate activitățile, al căror eveniment final corespunde cu evenimentul de start al acesteia.
- Se trasează rețeaua.
- Ordinea reprezentării activităților în rețea, trebuie să respecte într-u totul ordinea și dependențele impuse de procesul tehnologic.
- Nodurile (evenimentele) rețelei sunt numerotate, iar deasupra arcelor (activităților) se înscrie denumirea activităților și/sau duratele de timp ale acestora.
- Evenimentul corespunzător startării primei (primelor) activități din rețea, se numește **eveniment inițial al proiectului**, iar evenimentul corespunzător finalizării ultimei (ultimelor) activități din rețea, se numește **eveniment final al proiectului**.

Restricții

- Un proiect nu poate avea decât un singur eveniment inițial și un singur eveniment final.
- Nu se admit bucle (evenimentul de start = evenimentul final pentru o activitate).
- Nu se acceptă conexiuni de genul celor din fig. 8.1.a. și fig. 8.2.a., ele fiind eliminate cu ajutorul activităților fictive, trasate cu linie punctată și având durata 0, conform fig.8.1.b și respectiv fig.8.2.b.

8.2.2.3.1 Calcularea termenelor evenimentelor

Fiecărui eveniment (nod) i se asociază doi termeni:

- **Termenul minim** al evenimentului i (cel mai timpuriu moment când poate să aibă loc respectivul eveniment; T_E – **Erliest Time**)

$$T_{Ei} = \max \{L(D_{0j})\}; \quad (8.1)$$

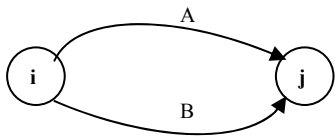


Fig.8.1.a Restricție de tip buclă

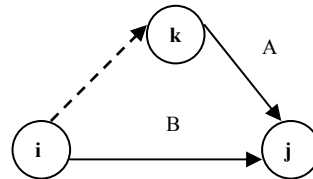


Fig.8.1.b Eliminarea restricției de tip buclă

unde:

- D_{0j} reprezintă unul din traseele posibile de la evenimentul 0 la evenimentul j ;

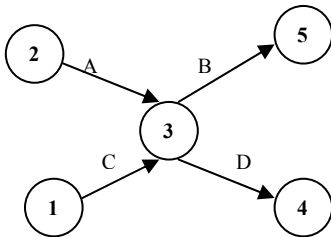


Fig.8.2.a Restricție de tip stea

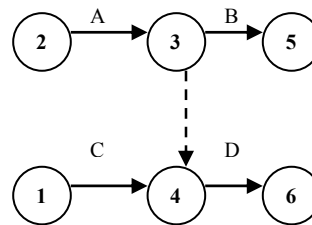


Fig.8.2.b Eliminarea restricției de tip stea

- $L(D_{0j})$ reprezintă lungimea traseului D_{0j} .

- **Termenul maxim** al evenimentului i (cel mai întârziat moment când poate să aibă loc respectivul eveniment; T_L – **Latest Time**)

$$T_{Li} = T_{En} - \max \{L(D_{i,n})\} = \min \{T_{En} - L(D_{i,n})\}; \quad (8.2)$$

unde:

- T_{En} reprezintă termenul minim al evenimentului final al proiectului;
- $D_{i,n}$ reprezintă unul din traseele posibile de la evenimentul i la evenimentul final n al proiectului.

În dreptul fiecărui eveniment al rețelei se configurează câte două căsuțe suprapuse, în care se vor introduce valorile termenelor evenimentelor calculate pe baza procedurii metodei .

■ Pașii de calcul a termenelor evenimentelor

- 1) În primul pas numit și **Pasul înainte** (Forward Step), se calculează termenii minimi ai evenimentelor (dinspre evenimentul inițial 0 , spre evenimentul final n). Valorile rezultate, se trec în căsuța superioară din dreptul fiecărui nod al rețelei.
- 2) În cel de-al doilea pas numit și **Pasul înapoi** (Backward Step), se calculează termenii maximi ai evenimentelor (dinspre evenimentul final n , spre evenimentul inițial 0). Valorile rezultate, se trec în căsuța inferioară din dreptul fiecărui nod al rețelei.

Evenimentele, al căror termeni minim și maxim sunt egali ($T_{Ei}=T_{Li}$), se numesc **evenimente critice**. Aceste evenimente nu pot fi întârziate, deoarece nu au rezervă de timp. Evenimentele, al căror termeni minim și maxim sunt diferite ($T_{Ei} \neq T_{Li}$), se numesc **evenimente necritice**, ele putând fi amânate cu o întârziere maximă egală cu rezerva evenimentului, $R_i = T_{Li} - T_{Ei}$.

Traseul activităților ce pornesc din evenimentul 0 și parcurg evenimentele critice în ordinea numerică a acestora, până la evenimentul n, reprezintă **drumul critic** al proiectului (**drumul cu durata maximă**).

Exemplu de calcul:

În urma analizei structurale a unui proiect, a rezultat următoarea listă a activităților, având dependențele impuse de procesul tehnologic (tab. 8.2).

Tabelul 8.2

Activitatea	Activitate direct precedentă	Durata, în zile
A	-	7
B	-	5
C	A	9
D	B	4
E	A,D	7
F	C	2
G	C	6
H	C	3
I	E,F	7
J	G	2
K	G	9
L	H,J	4

Pe baza listei activităților din tab. 8.2, a fost trasată rețeaua din fig. 8.3.

1) Termenele minime ale evenimentelor (Forward Step)

$$T_{E0}=0$$

$$T_{E1}=\max\{(0+7)\}=7$$

$$T_{E2}=\max\{(0+5)\}=5$$

$$T_{E3}=\max\{(7+0),(5+4)\}=9$$

$$T_{E4}=\max\{(7+9)\}=16$$

$$T_{E5}=\max\{(9+7),(16+2)\}=18$$

$$T_{E6}=\max\{(16+6)\}=22$$

$$T_{E7}=\max\{(22+2),(16+3)\}=24$$

$$T_{E8}=\max\{(18+7),(22+9),(24+4)\}=31$$

2) Termenele maxime ale evenimentelor (Backward Step)

$$T_{L8}=31=T_{E8}$$

$$T_{L7}=\min\{(31-4)\}=27$$

$$T_{L6}=\min\{(31-9),(27-2)\}=22$$

$$T_{L5}=\min\{(31-7)\}=24$$

$$T_{L4}=\min\{(24-2),(27-3),(22-6)\}=16$$

$$T_{L3}=\min\{(24-7)\}=17$$

$$T_{L2}=\min\{(17-4)\}=13$$

$$T_{L1}=\min\{(16-9),(17-0)\}=7$$

$$T_{L0}=\min\{(7-7),(13-5)\}=0=T_{E0}$$

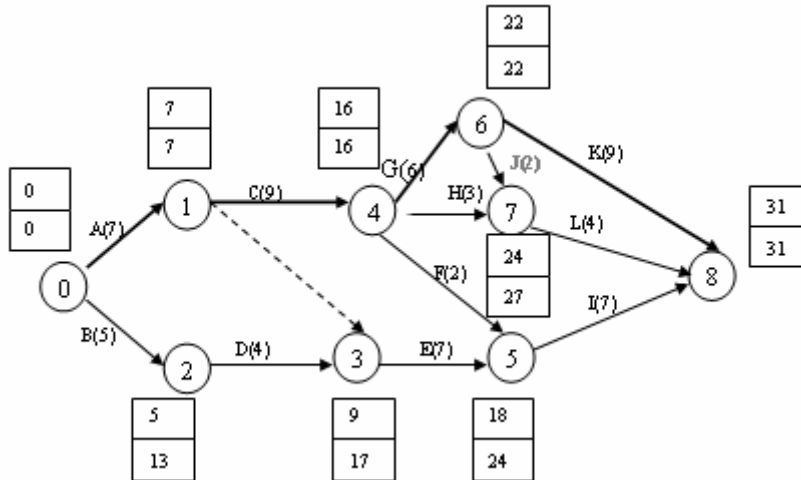


Fig. 8.3 Rețeaua atașată proiectului

Eșalonarea calendaristică a activităților proiectului este reprezentată în diagrama GANTT din tab.

8.3

Tabelul 8.3 Diagrama GANTT atașată proiectului

Act	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	
0-1	—————																
0-2	—————			- - - - -													
1-4			—————														
2-3		—————		- - - - -													
3-5				—————			- - - - -										
4-5							—————		- - - - -								
4-6								—————		- - - - -							
4-7									—————		- - - - -						
5-8										—————		- - - - -					
6-7												—————		- - - - -			
6-8													—————				
7-8																—————	

8.2.2.3.2 Calculul termenelor și rezervelor de timp ale activităților

a) Teoretic, fiecărei activități a_{ij} , având durata de timp d_{ij} , i se asociază patru termene:

- Termenul minim de start,

$$T_S^{\min}(i,j) = T_{Ei}, \tag{8.3}$$

unde:

- T_{Ei} este cel mai timpuriu moment (Earliest Time) când poate să aibă loc evenimentul i ;

- Termenul minim de finalizare,

$$T_f^{\min}(i,j) = T_s^{\min}(i,j) + d_{ij} \quad (8.4)$$

- Termenul maxim de finalizare,

$$T_f^{\max}(i,j) = T_{Lj}, \quad (8.5)$$

unde:

- T_{Lj} – este cel mai întârziat moment (Latest Time) când poate să aibă loc evenimentul j ;

- Termenul maxim de start,

$$T_s^{\max}(i,j) = T_f^{\max}(i,j) - d_{ij} \quad (8.6)$$

Dacă o activitate este startată, respectând termenul minim de start $T_s^{\min}(i,j)$, aceasta evoluează conform **programului minorant** (fig.8.4).

Dacă o activitate este startată, respectând termenul maxim de start $T_s^{\max}(i,j)$, aceasta evoluează conform **programului majorant** (fig.8.4).

b) De asemenea, fiecărei activități a_{ij} , având durata de timp d_{ij} , i se asociază patru rezerve de timp.

- Rezerva **totală** (R_T),

$$R_T(i,j) = T_{Lj} - (T_{Ei} + d_{ij}), \quad (8.7)$$

sau,

$$R_T(i,j) = T_f^{\max}(ij) - T_f^{\min}(ij) \quad (8.8)$$

- Rezerva **liberă** (R_L),

$$R_L = R_T(i,j) - (T_{Lj} - T_{Ej}), \quad (8.9)$$

sau,

$$R_L = T_{Ej} - (T_{Ei} + d_{ij}). \quad (8.10)$$

Rezerva totală și **Rezerva liberă** sunt rezervele asociate activității, în cazul evoluției acesteia conform **programului minorant**.

- Rezerva **intermediară** (R_i),

$$R_i(ij) = T_{Lj} - (T_{Li} + d_{ij}) \quad (8.11)$$

- Rezerva **sigură** (R_S),

$$R_S(ij) = \max \{ T_{Ej} - (T_{Li} + d_{ij}), 0 \} \quad (8.12)$$

Rezerva intermediară și **Rezerva sigură** sunt rezervele asociate activității, în cazul evoluției acesteia conform **programului majorant**.

■ **Interpretarea celor patru rezerve asociate unei activități în managementul prin proiecte**

Rezerva totală R_T , – reprezintă intervalul maxim de timp cu care poate fi întârziată o activitate a_{ij} , startată conform programului minorant, astfel încât durata totală a proiectului să nu fie depășită.

Rezerva liberă R_L , – reprezintă intervalul maxim de timp cu care poate fi întârziată o activitate a_{ij} , startată conform programului minorant, astfel încât durata totală a proiectului să nu fie depășită și nici rezervele de timp ale activităților *succesoare*, să nu fie depășite (rezerva de timp a evenimentului j să nu fie depășită).

Rezerva intermediară R_I , - reprezintă intervalul maxim de timp cu care poate fi întârziată o activitate a_{ij} , startată conform programului majorant, astfel încât durata totală a proiectului să nu fie depășită și nici rezervele de timp ale activităților *predecesoare* să nu se anuleze.

Rezerva sigură R_S , - reprezintă intervalul maxim de timp cu care poate fi întârziată o activitate a_{ij} , startată conform programului minorant, astfel încât durata totală a proiectului să nu fie depășită și nici rezervele de timp ale activităților predecesoare și/sau succesoare, să nu fie afectate. (fig.8.4)

Dacă pentru o activitate a_{ij}

$R_T = 0 \Rightarrow R_L = R_I = R_S = 0$, atunci activitatea este **critică**;

iar dacă,

$R_T \neq 0$, atunci activitatea este **necritică**.

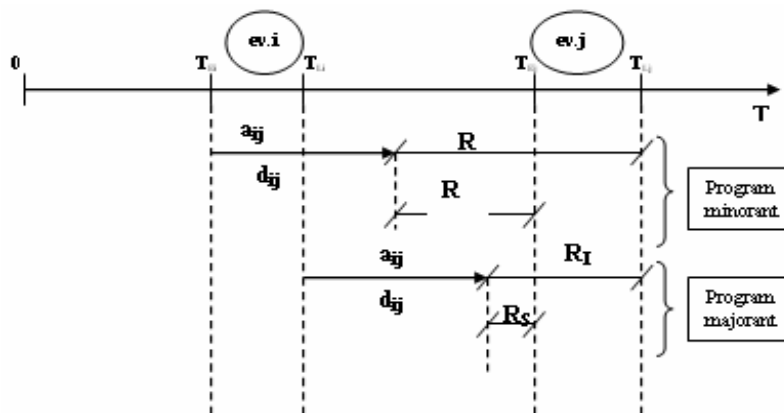


Fig. 8.4 Rezervele de timp

8.2.3 Metoda PERT (Programme Evaluation and Review Technique)

Există foarte multe situații neprevăzute care afectează mediul economic, și ca urmare, duratele activităților nu pot fi estimate decât cu un anumit grad de imprecizie. Metoda PERT este asemănătoare metodei Drumului Critic (CPM), abordând, însă, problema planificării proiectului din punct de vedere probabilistic. Astfel, în cadrul metodei PERT sunt necesare trei estimări de timp pentru fiecare activitate:

t_{0ij} = durata optimistă (minimă) pentru realizarea activității (i,j);

t_{mij} = durata cea mai probabilă de realizarea a activității (i,j) în condiții normale de evoluție;

t_{pij} = durata pesimistă (maximă) pentru realizarea activității (i,j).

Acestor estimări li se calculează media și dispersia, erorile fiind menținute în cadrul unei curbe de distribuție normale, caracteristică fiecărui tip de proiect.

Astfel, pentru durata medie $t_{e(ij)}$ a fiecărei activități aparținând unui același proiect, se utilizează una dintre cele două formule statistice, în funcție de tipul proiectului sau familia de proiecte din care face parte:

$$t_{e(ij)} = \frac{t_{o(ij)} + 4t_{m(ij)} + t_{p(ij)}}{6} \quad (8.13)$$

$$t_{e(ij)} = \frac{t_{o(ij)} + 3t_{m(ij)} + 2t_{p(ij)}}{6} \quad (8.14)$$

Gradul de nesiguranță rezultat din estimarea duratei unei activități a_{ij} , se apreciază prin intermediul dispersiei $\sigma^2_{e(ij)}$, având următoarea formulă de calcul:

$$\sigma^2_{e(ij)} = \frac{(t_{p(ij)} - t_{o(ij)})^2}{36} \quad (8.15)$$

Tabelul 8.3

Z	Probabilitatea	Z	Probabilitatea	Z	Probabilitatea
0,0	0,5000	2,1	0,9821	-1,9	0,0287
0,1	0,5398	2,2	0,9861	-1,8	0,0359
0,2	0,5793	2,3	0,9893	-1,7	0,0446
0,3	0,6179	2,4	0,9918	-1,6	0,0548
0,4	0,6554	2,5	0,9938	-1,5	0,0668
0,5	0,6915	2,6	0,9953	-1,4	0,0808
0,6	0,7257	2,7	0,9965	-1,3	0,0968
0,7	0,7580	2,8	0,9974	-1,2	0,1151
0,8	0,7881	2,9	0,9981	-1,1	0,1357
0,9	0,8159	3,0	0,9987	-1,0	0,1587
1,0	0,8413	-3,0	0,0013	-0,9	0,1841
1,1	0,8613	-2,9	0,0019	-0,8	0,2119
1,2	0,8849	-2,8	0,0026	-0,7	0,2420
1,3	0,9032	-2,7	0,0035	-0,6	0,2743
1,4	0,9192	-2,6	0,0047	-0,5	0,3085
1,5	0,9332	-2,5	0,0062	-0,4	0,3446
1,6	0,9452	-2,4	0,0082	-0,3	0,3821
1,7	0,9554	-2,3	0,0107	-0,2	0,4207
1,8	0,9641	-2,2	0,0139	-0,2	0,4602
1,9	0,9713	-2,1	0,0179	-0,0	0,5000
2,0	0,9772	-2,0	0,0228	-	

Metoda PERT calculează în continuare drumul critic pe baza analizei în rețea CPM. În final, durata estimată a drumului critic T_e și dispersia totală σ_p , se calculează cu formulele:

$$T_e = \sum_{(ij) \in \text{Dr.Cr.}} t_{e(ij)} \quad (8.16)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{(i,j) \in \text{Dr.Cr.}} \sigma_{(i,j)}^2 \quad (8.17)$$

În cazul în care s-a considerat și un termen estimat T_F de finalizare al proiectului, metoda PERT include calculul factorului de probabilitate Z de încadrare a duratei estimate a Drumului Critic T_e în termenul T_F .

$$Z = \frac{T_p - T_e}{\sqrt{\sigma_p^2}} \quad (8.18)$$

În continuare cu ajutorul factorului Z și al tabelului 8.4, se determină probabilitatea de finalizare a proiectului în termenul prestabilit T_p .

Exemplu de calcul

În urma analizei structurale a unui proiect de cercetare, a rezultat următoarea listă a activităților, având estimate duratele optimiste, probabile și pesimiste. (tab. 8.5)

Tabelul 8.5

Activitatea	Activitate direct precedentă	Durata Optimistă (zile)	Durata Probabilă (zile)	Durata Pesimistă (zile)
A	-	1,5	2	4
B	-	2	3	4
C	A	1,3	2	3
D	B	2	4	5
E	B	2	3	4
F	C,D	1,5	2	4
G	E	2	4	5

Utilizând datele din tab. 8.5 și aplicând formulele (8.13) și (8.15) s-au obținut următoarele valori pentru $t_{e(i,j)}$ și $\sigma_{(i,j)}^2$, (tab. 8.6).

Tabelul 8.6

Activitatea	$t_{e(i,j)}$	$\sigma_{(i,j)}^2$
A	2,25	0,1736
B	3	0,111
C	2,05	0,08
D	3,83	0,25
E	3	0,111
F	2,25	0,173
G	3,83	0,25

Rețeaua asociată activităților din tab. 8.5, este prezentată în fig. 8.5

În continuare, pe baza duratelor medii $t_{e(i,j)}$ din tab.8.6 și a grafului asociat din fig.8.5, se determină evenimentele critice, drumul critic și durata acestuia, aplicând metoda C.P.M.

a)Termenele minime ale evenimentelor (Forward Step)

$$T_{E1}=0$$

$$T_{E2}=\max\{(0+2,25)\}=2,25$$

$$T_{E3}=\max\{(0+3)\}=3$$

$$T_{E4}=\max\{(2,25+2,05),(3+3,83)\}=6,83$$

$$T_{E5}=\max\{3+3\}=6$$

$$T_{E6}=\max\{(6,83+2,25),(6+3,83)\}=9,83$$

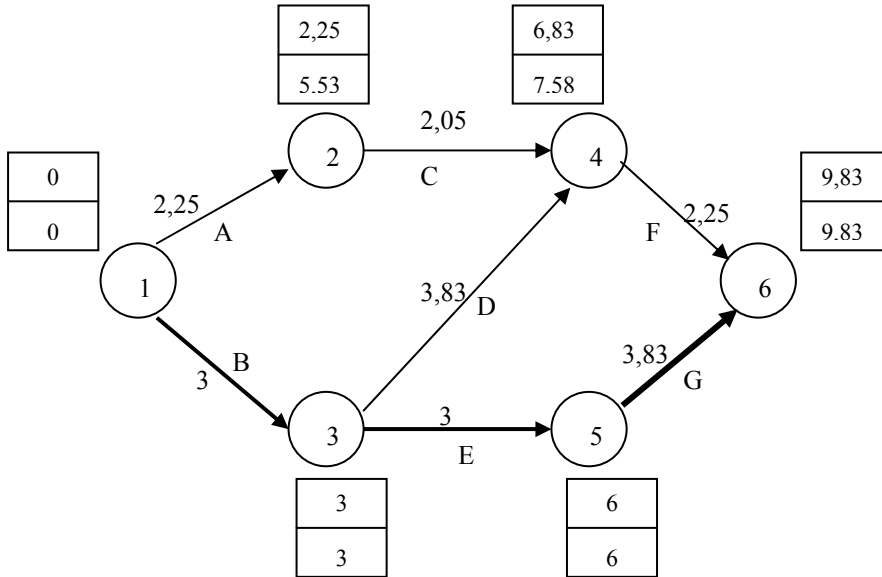


Fig. 8.5 Rețeaua atașată proiectului

b) Termenele maxime ale evenimentelor (Backward Step)

$$T_{L6}=9,83=T_{E6}$$

$$T_{L5}=\min\{(9,83-3,83)\}=6$$

$$T_{L4}=\min\{(9,83-2,25)\}=7,58$$

$$T_{L3}=\min\{(7,58-3,83), (6-3)\}=3$$

$$T_{L2}=\min\{(7,58-2,05)\}=5,53$$

$$T_{L1}=\min\{(5,53-2,25), (3-3)\}=0=T_{E1}$$

Evenimentele critice rezultate sunt **1,3,5,6**, deci, drumul critic este dat de secvența activităților **B, E, G**. Durata estimată a drumului critic, calculată pe baza formulei (8.16), este **$T_c = 9,83$** zile, iar dispersia totală, calculată pe baza formulei (8.17), este **$\sigma_p^2 = 0,472$** .

Considerând că timpul estimat de finalizare este **$T_F = 10$ zile**, conform formulei (8.18) se calculează factorul **$Z = 0,247$** , care conform tabelului 8.4 corespunde unei probabilități de realizare **$P = 57\%$** , fiind considerată o valoare optimă.

8.2.4 Planificarea resurselor

Planificarea resurselor reprezintă o problemă complexă, care poate fi abordată din mai multe puncte de vedere.

Inițial, planificarea activităților se realizează ținând cont doar de analiza parametrului de timp și de dependențele dintre activități impuse de procesul tehnologic.

Pentru ca activitățile să poată fi realizate conform planificatorului, sunt necesare resurse umane, de echipament, resurse financiare, sau de alt gen (spații de producție special amenajate, etc.).

Necesarul resurselor pentru realizarea unui program, nu este întotdeauna similar cu disponibilul acestora din cadrul firmei / echipei. De obicei, disponibilul este mai mic, fapt ce impune o alocare și programare foarte atentă a resurselor.

De asemenea, conform planificatorului inițial, necesarul zilnic poate oscila de la o perioadă la alta sau chiar de la o zi la alta, putând apărea situații total ineficiente din punct de vedere al consumului de resurse. În acest caz se impune o nivelare a resurselor alocate pentru eliminarea variantelor nedorite, astfel încât, utilizarea lor să fie optimă și eficientă.

Una din metodele clasice de analiză a resurselor necesare unui proiect în funcție de disponibil, este cea prin intermediul **diagramelor**. Aceasta oferă o **vizualizare comparativă** (fig.8.8.) a profilului necesarului zilnic pentru o anumită resursă asociată proiectului, față de profilul disponibilului zilnic din firma respectivă.

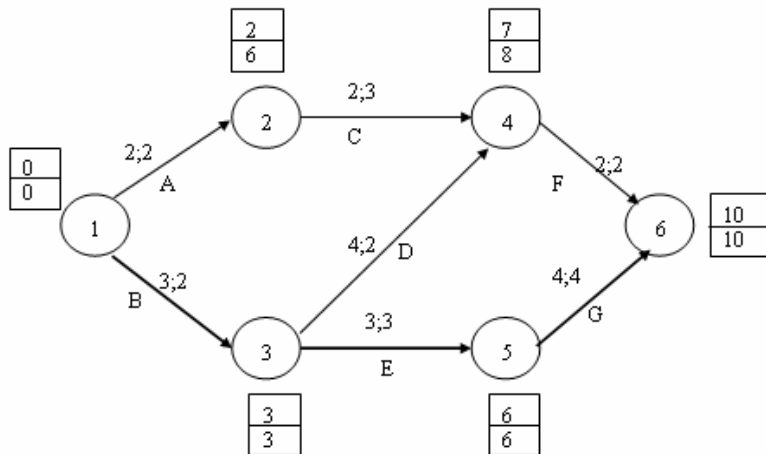


Fig. 8.6 Rețeaua proiectului

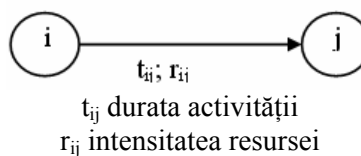


Fig. 8.7 Dependența între două evenimente ale proiectului

Exemplu de analiză, a resurselor necesare unui proiect în funcție de disponibil, prin intermediul diagramelor:

Fie proiectul reprezentat în rețeaua din fig.8.6, având necesarul unui anumit tip de resursă, înscris deasupra fiecărui arc al activităților. Intensitatea resursei necesare fiecărei activități, este precedată de durata activității, (fig.8.7)

Tabelul 8.7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A			---	---	---	---				
B										
C					---	---	---	---		
D								---		
E										
F										---
G										

Tabelul 8.7 ilustrează diagrama Gantt a proiectului reprezentat prin intermediul rețelei din fig 8.6.

Tabelul 8.8 ilustrează numeric necesarul zilnic/activitate și necesarul zilnic cumulat al proiectului, într-o reprezentare calendaristică (diagramă Gantt).

Reprezentarea grafică a necesarului zilnic/activitate și cel cumulat, a fost realizată în fig. 8.8. Conturul a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l reprezintă profilul necesarului unui tip de resursă pentru proiect, pornind de la evenimentul inițial până la evenimentul final. Considerând că disponibilul acestui tip de resursă este 6 (linia punctată), se impune o nivelare a alocării resursei, în cazul în care este permis acest lucru, sau o reprogramare a activităților.

Tabelul 8.8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	2	2	-----	-----	-----	-----				
B	2	2	2							
C			3	3	-----	-----	-----	-----		
D				2	2	2	2	-----		
E				3	3	3				
F								2	2	-----
G							4	4	4	4
	4	4	5	8	5	5	6	6	6	4

Prin nivelarea resurselor, se caută o soluție de reprogramare a activităților necritice în cadrul rezervelor de timp, astfel încât, durata totală a proiectului să nu fie afectată (drumul critic rămâne același), iar oscilațiile resurselor să se reducă până la obținerea unui profil optim.

Tabelul 8.9

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	2	2	-----	-----	-----	-----				
B	2	2	2							
C			3	3	-----	-----	-----	-----		
D					2	2	2	2		
E				3	3	3				
F									2	2
G							4	4	4	4
	4	4	5	6	5	5	6	6	6	6

În urma analizării soluțiilor posibile de nivelare, s-a decis să se întârzie activitatea **D** cu 1 zi și activitatea **F** cu 1 zi. Rezultatul acestei nivelări este ilustrat numeric în tab.8.9, iar reprezentarea grafică a profilului nivelat a fost realizată în fig. 8.9

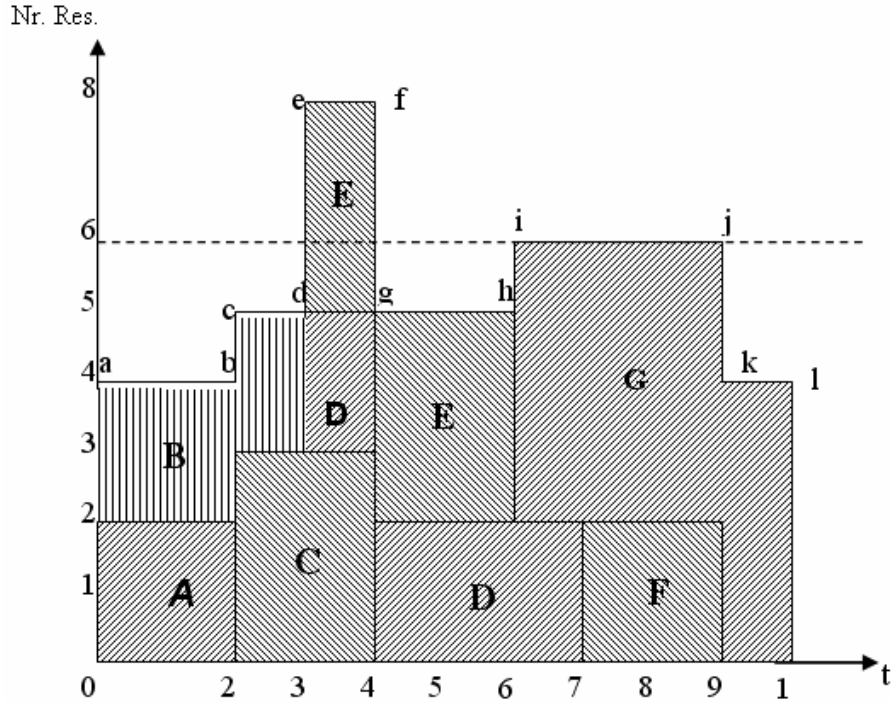


Fig. 8.8 Profilul necesarului de resurse conform programului minorant

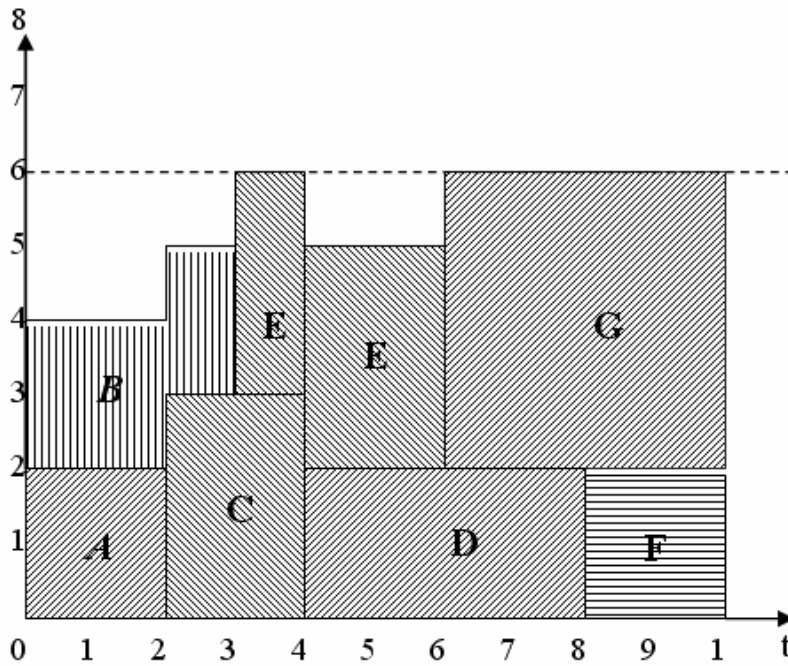


Fig. 8.9 Profilul nivelat al necesarului de resurse

8.2.5 Metoda Valorii Dobândite (VD)

Odată cu intensificarea utilizării metodei PERT în managementul proiectului, s-a constatat în majoritatea rapoartelor proiectelor, o insuficientă evidențiere a costurilor, comparativ cu cea a planificării timpului.

La sfârșitul anilor '50, Marina SUA a început colaborarea cu General Electric și Stanford University, pentru a dezvolta o versiune PERT, care să includă dimensiunea controlului costului. Echipa

de dezvoltare a vizitat peste 40 de contractori din domeniul apărării și a industriei aerospațiale, observând că managerii de proiecte din aceste domenii nu țineau evidența valorilor planificate sau bugetate ale **muncii realizate**, deoarece era extrem de dificil să se obțină date de cost pe baza activităților din graf. . Toate aceste date se obțineau mai

degrabă cu ajutorul tehnicii de Structurare Arborească a Sarcinilor (Work Breakdown Structure).

În 1963, General Phillips, în cadrul programului “Minuteman”, a adus o versiune îmbunătățită pentru conceptul “pachet de muncă PERT/COST”, numită **Metoda Valorii Dobândite (Earned Value System) -VD**. În anii care au urmat, VD a devenit o tehnică extrem de apreciată în managementul proiectului, având în vedere că oferă o acuratețe mărită a corelației dintre evoluția planificatorului de timp și cea a costului.

Dewhurst [Dew-95], definește Valoarea Dobândită ca partea din bugetul aprobat al proiectului alocată pentru sarcinile finalizate.

8.2.5.1 Caracteristicile Metodei Valorii Dobândite

- necesită o împărțire formală a muncii;
- necesită stabilirea diviziunilor de muncă și contabilitatea costurilor;
- necesită numirea managerilor responsabili cu contabilitatea costurilor;
- necesită stabilirea bugetelor și a activităților care pot fi realizate în cadrul acestor costuri;
- necesită măsurarea rezultatelor în termenii sarcinilor planificate și finalizate;
- asigură feedbackul realizărilor cost/grafic la toate nivelurile de management;
- permite urmărirea rezultatelor anterioare.

3.5.2 Terminologia metodei Valorii Dobândite

Tabelul 8.10

Denumire și acronim (limba română)	Denumire și acronim (limba engleză)	Semnificație
Costul din buget pentru munca planificată CBMP	Budgeted cost of work scheduled, through the project status date. BCWS	Echivalentul din bugetul aprobat al proiectului, pentru munca care trebuie realizată.
Costul din buget pentru munca realizată. CBMR	Budgeted cost of work performed, through the project status date. BCWP	Echivalentul din bugetul aprobat al proiectului, pentru munca care a fost aprobată.
Costul real al muncii prestate. CRMP	Actual cost of work performed, through the project status date. ACWP	Nivelul real la care au ajuns costurile, pentru munca finalizată.
Bugetul planificat BP	Budgeted at completion. BAC	Bugetul aprobat al proiectului, în urma încheierii fazei de planificare/programare.
Estimarea la terminare ET	Estimate at completion. EAC	Estimarea costului, până la finalizarea proiectului. (estimare care se realizează pe parcursul evoluției proiectului).

Variația de la planificare. VP	Earned value schedule variance, through the project status date. SV	Variația de planificare, în funcție de diferența de cost dintre curba bugetului aprobat și cea a muncii prestate. (§ 3.4.4)
Variația de cost. VC	Earned value cost variance, through the project status date. CV	Diferența de cost dintre curba bugetului aprobat și cea a costurilor reale. (§ 3.4.4)

Notă: Toate instrumentele software dedicate Managementului proiectului, utilizează abrevierile din limba engleză, acesta fiind motivul atât al prezentării lor în tab. 8.10, precum și cel al utilizării în cadrul fig. 8.10.

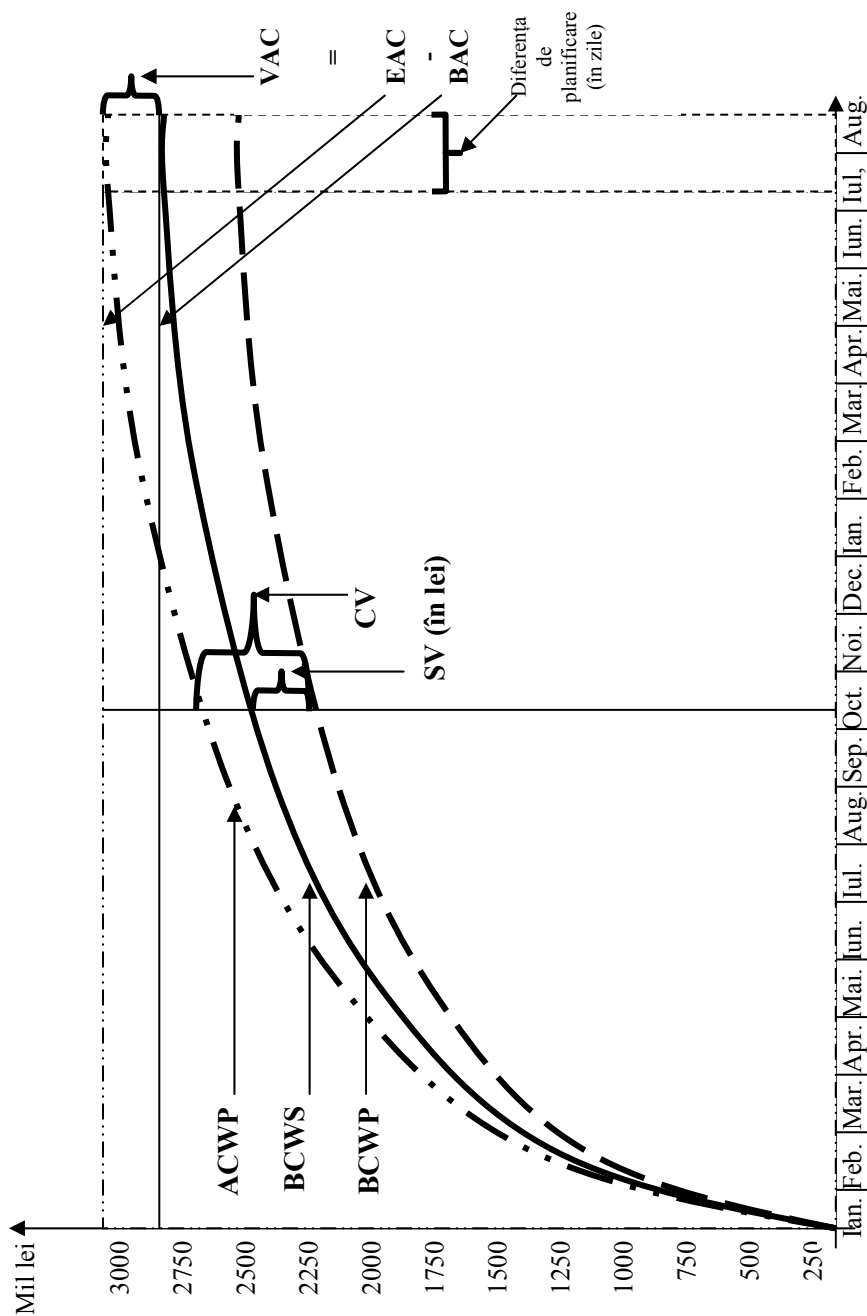


Fig. 8.10 Evoluția costurilor cumulate, BCWS, BCWP, ACWP, utilizate în metoda “Valoarea Dobândită”

8.2.5.3 Relații de identificare a variațiilor de la linia de bază

Utilizând relațiile de calcul ale metodei VD (tab. 8.11) se pot identifica cu ușurință variațiile de cost și/sau de planificare pe parcursul evoluției proiectului. Realizând o sinteză a informațiilor rezultate în urma aplicării metodei VD, se poate stabili pentru un anumit punct de revizie al proiectului, una din următoarele situații:

- Costurile prevăzute prin bugetul aprobat al proiectului au fost respectate
- Costurile prevăzute prin bugetul aprobat al proiectului au fost depășite
- Costurile au fost sub nivelul prevăzut de bugetul aprobat al proiectului sau:
- Evoluția proiectului este în urma planificatorului de timp
- Evoluția proiectului este conform planificatorului de timp

- Evoluția proiectului este înaintea planificatorului de timp

Informațiile privind corelația dintre evoluția planificatorului de timp și cea a costurilor, se obțin prin intermediul calculelor prezentate în tab. 8.11, sau prin intermediul indicilor de realizare

Tabelul 8.11

Ce este de făcut CBMR	-	Ce ar fi trebuit făcut CBMP	=	Variația de la planificare VP
Ce este de făcut CBMR	-	Costul real al muncii prestate CRMP	=	Variația de cost VC
Ce ar trebui să fie făcut CBMP	-	Costul real al muncii prestate CRMP	=	Variația de cheltuieli Vchelt
Bugetul planificat BT	-	Estimarea la terminare ET	=	Variația la terminare VT

Dacă $VP < 0$ - evoluția planificatorului este în urmă față de plan;
 $VP = 0$ - evoluția planificatorului este conform planului;
 $VP > 0$ - evoluția planificatorului este în urmă față de plan;

$VC < 0$ - costul este mai mare decât cel prevăzut în bugetul aprobat al proiectului;
 $VC = 0$ - costul este respectat;
 $VC > 0$ - costul este mai mic decât cel prevăzut în bugetul aprobat al proiectului.

8.2.5.3.1 Indici de realizare:

a) - Indice de Cost

Indexul realizării = $CBMR/CRMP$

< 1 - cost depășit;
 $= 1$ - cost respectat;
 > 1 - cost mai mic.

b) - Indice de Planificare

Indexul realizării = $CBMR/CBMP$

> 1 - în avans față de plan;
 $= 1$ - conform planului;
 < 1 - în urmă față de plan

8.2.6 Stabilirea duratei de pregătire a fabricației

Se consideră un sistem de producție, în care compartimentul de proiectare stabilește data de start a procesului de producție, calculând durata de pregătire a fabricației. Cantitatea solicitată de produse este de 2000 de bucăți. 25% din subsansamblele necesare produsului finit sunt fabricate în serie. Compartimentul de proiectare finalizează proiectul de dezvoltare în 10 zile.

Proiectul tehnic va cuprinde inițial doar 50% din numărul subsansamblelor, care vor fi fabricate în serie, restul urmând a fi detaliate în faza ulterioară a realizării desenelor de execuție.

Pentru proiectarea și realizarea desenului de execuție al unei piese (din proiectul tehnic), sunt necesare 7 ore, știind că la această acțiune participă 10 ingineri.

Realizarea desenelor de execuție pentru celelalte piese necesită în medie 3 ore, iar pentru copierea desenelor de execuție pentru piesele tipizate și refolosite, sunt necesare 0,3 ore/piesă. Pentru aceste operațiuni sunt alocați 15 ingineri și desenatori.

Finalizarea prototipului durează 15 zile, iar omologarea 4 zile.

Finalizarea procesului tehnologic al pieselor originale se realizează într-o oră/piesa., fiind implicați 14 tehnologi, iar copierea fișelor tehnologice pentru piesele tipizate și refolosite se va executa în 4 zile.

Procesul de proiectare a SDV-urilor (scule, dispozitive, verificatoare) necesită 6 zile, fabricarea lor realizându-se în 9 zile.

Normarea consumurilor de materiale necesită 0,1 ore/piesa originală, echipa implicată fiind formată din 3 normatori, iar copierea normelor de consum pentru piesele tipizate și refolosite necesită 2 zile.

Calcularea normelor de timp pentru o piesa originală necesită 1 oră, proces la care contribuie 3 normatori, iar copierea normelor de timp pentru piesele tipizate și refolosite necesită 4 zile.

Pentru realizarea seriei 0 este nevoie de 5 zile, iar pentru omologare 2 zile. Documentația tehnică și economică se va elabora în 7 zile, iar pentru celelalte lucrări în 11 zile.

Pentru lansarea în fabricație a noului produs este nevoie de 2 zile. Programul de lucru al angajaților este următorul: 1schimb/8 ore, coeficientul de realizare a normelor este de 1,15, iar coeficientul cheltuielilor suplimentare de timp este de 1,24.

Rezolvare

Durata în zile efective a pregătirii fabricației pentru diferite operații se determină conform relației (1):

$$D_e = (T_n / N_p * d_z * K_n) * K_s \quad (8.19)$$

în care,

D_e = este durata în zile efective a unei acțiuni;

T_n = timpul normat necesar pentru executarea operației respective în ore;

N_p = număr de persoane, care lucrează concomitent la operația respectivă;

d_z = durata zilei de lucru în ore;

K_n = coeficientul planificat de îndeplinire a normelor;

K_s = coeficientul cheltuielilor suplimentare de timp.

a) Durata în zile efective a proiectului tehnic:

- numărul de subansamble, care urmează a fi fabricate în serie:

$$2000 * 25\% = 500 \text{ piese}$$

- numărul de subansamble, care urmează a fi detaliate în cadrul proiectului tehnic:

$$500 * 50\% = 250 \text{ piese}$$

- timpul normat necesar pentru executarea proiectului tehnic:

$$250 * 7 = 1750 \text{ ore,}$$

iar,

$$D_e = (1750 / 10 * 7 * 1,15) * 1,24 = 27 \text{ zile.}$$

b) Determinarea duratei, în zile efective, necesară elaborării desenelor de execuție:

- numărul de subansamble detaliate în cadrul acestei lucrări:

$$500 - 250 = 250 \text{ subansamble}$$

- timpul normat necesar pentru efectuarea desenelor de execuție, pentru subansamblele necuprinse în proiectul tehnic:

$$250 * 3 = 750 \text{ ore}$$

- numărul de piese tipizate și refolosite din alte proiecte, care sunt utilizate în realizarea noului produs:

$$2000 - 500 = 1500 \text{ piese}$$

- timpul necesar pentru copierea desenelor de execuție pentru aceste piese:

$1500 * 0,3 = 450$ ore
 - durata, în zile efective a realizării lucrării:

$$D_e = (750+450) / (15*7*1,15)*1,24 = 12 \text{ zile.}$$

c) Durata, în zile efective, necesare elaborării procesului tehnologic:

- timpul normat necesar elaborării procesului tehnologic, pentru subansamble:
 $500*1 = 500$ ore,

iar

$$D_e = 500 / (14*7*1,15)*1,24 = 6 \text{ zile}$$

- durata totală, în zile efective, pentru elaborarea procesului tehnologic:
 $6+4 = 10$ zile.

d) Durata, în zile efective, de normare a consumului de materiale:

- timpul normat necesar pentru executarea acestei lucrări, pentru subansamble:
 $500*0,1 = 50$ ore,

iar

$$D_e = 50 / (3*7*1,15)*1,24 = 3 \text{ zile}$$

- durata totală a lucrării, în zile efective:
 $3+2 = 5$ zile

e) Durata, în zile efective, pentru manoperă:

- timpul normat necesar pentru efectuarea acestei lucrări, pentru subansamble:
 $500*1 = 500$ ore,

iar

$$D_e = 500 / (3*7*1,15)*1,24 = 26 \text{ zile}$$

- durata totală a lucrării:
 $26+4 = 30$ zile

f) Durata generală de pregătire a fabricației pentru noul produs, în zile efective și în zile calendaristice (tab.8.12):

Tabelul 8.12 Activitățile pentru pregătirea fabricației noului produs

Nr. crt.	Denumirea lucrării	Durata în zile efective	K_{cl}	Durata în zile calendaristice
1.	Realizarea proiectului de dezvoltare	10	1,43	15
2.	Elaborarea proiectului tehnic	27	1,43	39
3.	Realizarea desenelor de execuție	12	1,43	17
4.	Finalizarea prototipului	15	1,43	22
5.	Omologarea prototipului	4	1,43	6
6.	Realizarea procesului tehnologic	10	1,43	15
7.	Proiectarea SDV-urilor	6	1,43	9
8.	Executarea SDV-urilor	9	1,43	13
9.	Normarea consumului de materiale	5	1,43	8

10.	Normarea consumului de timp	30	1,43	43
11.	Executarea seriei 0	5	1,43	8
12.	Omologarea seriei 0	2	1,43	3
13.	Realizarea. documentației tehnice si economice	7	1,43	10
14.	Realizarea celorlalte lucrări	11	1,43	16
15.	Lansarea în fabricație	2	1,43	3
	TOTAL GENERAL	150	1,43	215

K_{ct} = coeficient de transformare din zile efective în zile calendaristice

K_{ct} = fond de timp calendaristic/ Fond de timp nominal= 365/ 255= 1,43.

8.2.7 Alegerea tipului optim de utilaj

Înlocuirea unui utilaj se realizează prin selectarea unui utilaj nou din mai multe variante posibile, având aceleași performanțe tehnice. Variantele se diferențiază prin prețul de achiziție, respectiv, cheltuielile de întreținere si reparații.

Criteriul de selectare a variantei optime este cel al identificării costului mediu minim de achiziționare, întreținere și reparare pentru o anumită perioadă de timp, denumită ciclu de întreținere și reparații.

Pentru selectarea variantei optime se parcurg următorii pași:

- **Pasul 1:** se elaborează tabelul, care conține cheltuielile de achiziție și cheltuielile de întreținere și reparații pentru fiecare utilaj din variantele existente.
- **Pasul 2:** se calculează costul mediu de achiziție, întreținere si reparații pentru fiecare utilaj cu relația:

$$C_m = 1 / (n \times m) \times [\sum (A_i + \sum C_{Hij})] \quad (8.20)$$

în care, C_m - reprezintă costul mediu de achiziție, întreținere și reparații a unui utilaj ;

n - reprezintă numărul de achiziționări de utilaje în perioada determinat;

m - reprezintă numărul de cicluri de întreținere și reparații între două înlocuiri ;

A_i - reprezintă cheltuielile de achiziție ale utilajului i ;

C_{Hij} - reprezintă cheltuielile de întreținere si reparații pentru utilajul achiziționat i , aferente ciclurilor de întreținere si reparații j .

- **Pasul 3:** din cele i costuri medii obținute pentru fiecare utilaj, se identifică costul minim obținut, iar utilajul aferent acestui cost este considerat utilajul optim.

Aplicație

Se consideră utilajul U_{t_0} , care trebuie înlocuit. Variantele posibile sunt utilajele U_{t_1} , U_{t_2} , U_{t_3} , U_{t_4} , care au aceleași performanțe tehnice, însă se diferențiază prin costurile de achiziție și cheltuielile pentru întreținerea si reparațiile lor din fiecare ciclu.

Pasul 1: Tabelul 8.13 conține valorile cheltuielilor necesare pentru fiecare utilaj

Tabelul 8.13

Tip de utilaj	Cheltuieli de achiziție	Cheltuieli de întreținere si reparație						
		Ciclul 1	Ciclul 2	Ciclul 3	Ciclul 4	Ciclul 5	Ciclul 6	Ciclul 7

Ut ₁	110.000	6.000	7.000	10.000	-	-	-	-
	115.000	-	-	-	7.000	10.000	12.000	-
Ut ₂	150.000	6.000	10.000	12.000	15.000	13.000	20.000	-
Ut ₃	120.000	7.000	6.000	13.000	-	-	-	-
	130.000	-	-	-	-	9.000	5.000	2.000
Ut ₄	190.000	5.000	8.000	-	6.000	18.000	12.000	-

Pasul 2: Identificarea costului mediu pentru fiecare utilaj

$$-Ut_1: Cm = 1/(2 \times 3) \times [110.000 + (6.000 + 7.000 + 10.000) + 115.000 + (7.000 + 10.000 + 12.000)] \\ = 46.166,667 \text{ UM.}$$

$$-Ut_2: Cm = 1/(1 \times 6) \times [150.000 + (6.000 + 10.000 + 12.000 + 15.000 + 13.000 + 20.000)] \\ = 37.666,667 \text{ UM.}$$

$$-Ut_3: Cm = 1/(2 \times 3) \times [120.000 + (7.000 + 6.000 + 13.000) + 130.000 + (9.000 + 5.000 + 2.000)] \\ = 49.666,667 \text{ UM.}$$

$$-Ut_4: Cm = 1/(1 \times 5) \times [190.000 + (5.000 + 8.000 + 6.000 + 18.000 + 12.000)] \\ = 47.800 \text{ UM.}$$

Pasul 3: Se alege utilajul cu cel mai mic cost mediu, respectiv, costul mediu al utilajului $Ut_2 = 37.666,667$ UM este cel mai mic.

Deci, utilajul notat Ut_2 este considerat utilaj optim

8.2.8 Stabilirea momentului optim pentru înlocuirea unui utilaj

Stabilirea ciclului mentenanței unui utilaj, are în vedere evoluția peste un anumit nivel a cheltuielilor, în raport cu întreținerea și reparațiile utilajului.

Momentul optim de înlocuire al unui utilaj se stabilește cu modelul lui A.Kaufman, care raportează cheltuielile de întreținere și reparații la valoarea de cumpărare a utilajului și respectiv, actualizarea valorii utilajului. Momentul optim de înlocuire este anul în care cheltuielile de întreținere și reparații devin mai mari decât costul actualizat de achiziționare, întreținere și reparații pentru un nou utilaj.

Pentru stabilirea momentului de înlocuire al utilajului se utilizează următoarea relație:

$$Ch_{n+1} > (A + \sum Ch_j^{j-1}) / \sum \gamma^{j-1} \quad (8.21)$$

în care,

A – cheltuielile cu achiziționarea utilajului;

Ch_j – cheltuielile cu întreținerea și repararea utilajului în anul j;

$\gamma = 1/(1 + d)$ – factorul de actualizare, unde “d” reprezintă procentul dobânzilor și taxelor.

Aplicație:

Se consideră un utilaj, care funcționează de 6 ani, având durata normată de funcționare de 8 ani. Cheltuielile de întreținere și reparații sunt:

Anul 1 – 3000 UM

Anul 2 – 7500 UM

Anul 3 – 13000 UM

Anul 4 – 20000 UM

Anul 5 – 25000 UM

Anul 6 – 34000 UM

Cheltuielile ocazionate de achiziționarea utilajului sunt de 130000 UV, iar dobânzile și taxele reprezintă 10 %.

Pentru stabilirea momentului de înlocuire a utilajului, se parcurg următorii pași:

Pasul 1: Se însumează cheltuielile cu întreținerea și repararea utilajului în fiecare an.

$$Ch_j = 3000 + 7500 + 13000 + 20000 + 25000 + 34000 = 102500 \text{ UM}$$

Pasul 2: Se calculează factorul de actualizare pe fiecare an.

$$\text{Anul 1: } \gamma^{1-1} = [1 / (1+10/100)]^0 = 1$$

$$\text{Anul 2: } \gamma^{2-1} = [1 / (1+10/100)]^1 = 0.9$$

$$\text{Anul 3: } \gamma^{3-1} = [1 / (1+10/100)]^2 = 0.81$$

$$\text{Anul 4: } \gamma^{4-1} = [1 / (1+10/100)]^3 = 0.73$$

$$\text{Anul 5: } \gamma^{5-1} = [1 / (1+10/100)]^4 = 0.66$$

$$\text{Anul 6: } \gamma^{6-1} = [1 / (1+10/100)]^5 = 0.59$$

$$\text{Anul 7: } \gamma^{7-1} = [1 / (1+10/100)]^6 = 0.53$$

Pasul 3: Se calculează suma factorilor de actualizare pe fiecare an:

$$\text{Anul 1: } \sum \gamma^{j-1} = 1$$

$$\text{Anul 2: } \sum \gamma^{j-1} = 1 + 0.9 = 1.9$$

$$\text{Anul 3: } \sum \gamma^{j-1} = 1.9 + 0.81 = 2.71$$

$$\text{Anul 4: } \sum \gamma^{j-1} = 2.71 + 0.73 = 3.44$$

$$\text{Anul 5: } \sum \gamma^{j-1} = 3.44 + 0.66 = 4.1$$

$$\text{Anul 6: } \sum \gamma^{j-1} = 4.1 + 0.59 = 4.69$$

$$\text{Anul 7: } \sum \gamma^{j-1} = 4.69 + 0.53 = 5.22$$

Pasul 4: Se însumează cheltuielile cu întreținerea și repararea utilajului și factorul de actualizare:

$$\text{Anul 1: } \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 3000 * 1 = 3000$$

$$\text{Anul 2: } \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 3000 + 7500 * 0.9 = 9750$$

$$\text{Anul 3: } \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 9750 + 13000 * 0.81 = 20280$$

$$\text{Anul 4: } \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 20280 + 20000 * 0.73 = 34880$$

$$\text{Anul 5: } \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 34880 + 25000 * 0.66 = 51380$$

$$\text{Anul 6: } \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 51380 + 34000 * 0.59 = 71440$$

$$\text{Anul 7: } \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 71440 + 42000 * 0.53 = 93700$$

Pasul 5: Se realizează suma cheltuielilor cu achiziționarea utilajului și cheltuielile cu întreținerea și repararea utilajului și factorul de actualizare.

$$\text{Anul 1: } A + \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 130000 + 3000 = 133000$$

$$\text{Anul 2: } A + \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 133000 + 9750 = 142750$$

$$\text{Anul 3: } A + \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 142750 + 20280 = 163030$$

$$\text{Anul 4: } A + \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 163030 + 34880 = 197910$$

$$\text{Anul 5: } A + \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 197910 + 51380 = 249290$$

$$\text{Anul 6: } A + \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 249290 + 71440 = 320730$$

$$\text{Anul 7: } A + \sum Ch_j \gamma^{j-1} = 320730 + 93700 = 414430$$

Pasul 6: Se calculează suma cheltuielilor cu achiziționarea utilajului și cheltuielile cu întreținerea și repararea utilajului și factorul de actualizare, și se face raport cu factorul de actualizare pe an.

$$\text{Anul 1: } (A + \sum Ch_j \gamma^{j-1}) / \sum \gamma^{j-1} = 133000/1 = 133000$$

$$\text{Anul 2: } (A + \sum Ch_j \gamma^{j-1}) / \sum \gamma^{j-1} = 142750/1.9 = 75131$$

$$\text{Anul 3: } (A + \sum Ch_j \gamma^{j-1}) / \sum \gamma^{j-1} = 163030/2.71 = 60158$$

$$\text{Anul 4: } (A + \sum Ch_j \gamma^{j-1}) / \sum \gamma^{j-1} = 197910/3.44 = 57531$$

$$\text{Anul 5: } (A + \sum Ch_j^{j-1}) / \sum \gamma^{j-1} = 249290/4.1 = 60802$$

$$\text{Anul 6: } (A + \sum Ch_j^{j-1}) / \sum \gamma^{j-1} = 320730/4.69 = 68385$$

$$\text{Anul 7: } (A + \sum Ch_j^{j-1}) / \sum \gamma^{j-1} = 414430/5.22 = 79392$$

Pasul 7: Conform relației $(A + \sum Ch_j^{j-1}) / \sum \gamma^{j-1}$ și în funcție de rezultatele obținute, se stabilește noastre vom vedea dacă utilajul trebuie schimbat, respectiv,
 $42000 > 79392 \Rightarrow$ utilajul nu trebuie înlocuit.

8.3 Metode moderne utilizate în managementul prin proiecte

8.3.1. Metoda Lanțului Critic

8.3.1.1. De ce sunt necesare noi metode în Managementul prin Proiecte?

Considerând ciclul de viață clasic al unui produs, în prima parte a acestuia vânzările cresc pe măsură ce produsul este introdus pe piață, în cea de-a doua parte vânzările se stabilizează - apare maturitatea produsului, iar în final vânzările scad vertiginos- apare declinul produsului datorită introducerii pe piață a unui alt produs mai performant.

În cazul industriei tehnologiilor de vârf, ciclul de viață al produselor nu mai respectă profilul curbei clasice, aceasta transformându-se în profilul unui “*dinte de fierăstrău*”, [Pro-99c]. Înainte de a se încheia etapa introducerii pe piață a unui nou produs al tehnologiei de vârf, acesta este deja considerat depășit moral datorită apariției unui nou produs, mai performant. Ritmul lansărilor pe piață al noilor tipuri de produse este atât de alert încât, firmele producătoare se confruntă permanent cu pericolul de a-și pierde poziția deja câștigată pe piață. Condițiile obligatorii, pe lângă cele de performanțe tehnice, pe care aceste firme trebuie să le îndeplinească pentru a se menține în competiție sunt:

- să dezvolte produse de calitate superioară;
- să găsească soluții de reducere a timpului de cercetare-dezvoltare al noilor tipuri de produse.

Acest nou cadru a condus la studierea unor tehnici mai eficiente pentru managementul prin proiecte, fiind vorba în special de proiectele de dezvoltare a noilor produse.

Ciclul de viață al unui produs din cadrul industriei tehnologiei de vârf a ajuns să fie de numai 6 luni, în condițiile în care pe viitor se așteaptă o micșorare tot mai mare a acestuia.

În teoria clasică a managementului prin proiecte, durata unui proiect de dezvoltare al unui nou produs era de 1,5 – 2 ani.

E. M. Goldratt a realizat un studiu amănunțit al acestor tipuri de proiecte ajungând la următoarele **concluzii** [Gol-97]:

A. Toate proiectele continuă să se confrunte cu cele trei probleme devenite clasice acestora:

- depășirea timpului stabilit pentru desăvârșirea proiectului;
- depășirea bugetului alocat proiectului;
- compromiterea specificațiilor finale ale proiectului.

B. Au fost identificate 4 aspecte tipice tuturor tipurilor de proiecte, care au constituit baza dezvoltării metodei “Lanțului Critic”. Aceste aspecte sunt prezentate în continuare:

➤ **Aspectul 1.**

- pentru fiecare activitate se estimează în plus o perioadă de timp de siguranță.

Această estimare adițională, este impusă de incertitudinile tot mai mari datorate insuficiențelor specificației de proiectare, riscurilor mediului, variațiilor de productivitate, a variațiilor costului resurselor, întârzierii furnizorilor cu materii prime, variabilității financiare. Pentru o anumită activitate, se atribuie ca “cea mai realistă” estimare, cea durată de timp rezultată din cea mai defavorabilă experiență trecută.

➤ **Aspectul 2.**

- *în ceea ce privește bugetul, în foarte multe cazuri, în procesul luării deciziilor de alegere a furnizorilor de mașini, echipamente s.a., au fost preferați furnizori cu oferte atractive ca preț, față de cei cu ofertă de fiabilitate crescută.*

M. Goldratt exemplifică cazul unui proiect, în care, prin alegerea unui furnizor cu cea mai atractivă ofertă de preț, au fost salvate 5 procente de la bugetul proiectului, față de alternativa alegerii unui furnizor cu echipamente mai fiabile. În calculul final s-a constatat că, de fapt, s-au economisit mai puțin de 3 procente din investiția totală în proiect, decizie care, în final, a cauzat niște pierderi mult mai însemnate datorită nefiabilității echipamentelor. Prin simpla tăiere a bugetului cu doar câteva procente, în speranța unei economii favorabile proiectului, au fost cauzate dublări ale timpului de recuperare a investiției.

*Firmele sunt scufundate în mentalitatea de a economisi bani de la bugetul proiectelor, neținând cont că menirea unui proiect nu este de a **salva bani** ci de a **face bani**.*

➤ **Aspectul 3.**

Se consideră secvența de proiect prezentată în Fig. 8.11. Drumul Critic este de 150 de zile. Una din întrebările naturale care se pot pune este: când este optim a fi startat drumul necritic?

Pentru a putea răspunde la această întrebare, în Fig.8.12, (a și b), sunt prezentate cele două situații extreme, programul minorant și cel majorant referitor la secvența de proiect din Fig.8.11 (§ 8.2.2.3.2)

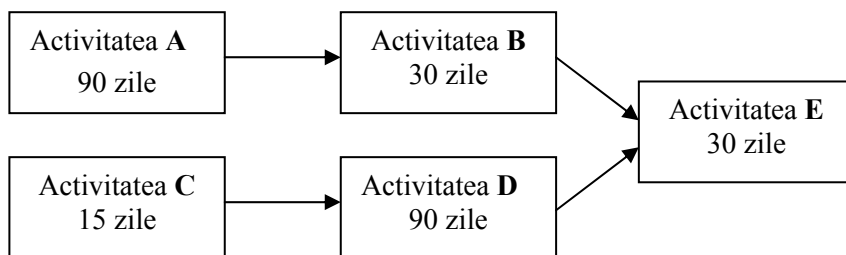


Fig.8.11. Secvența activităților dintr-un proiect

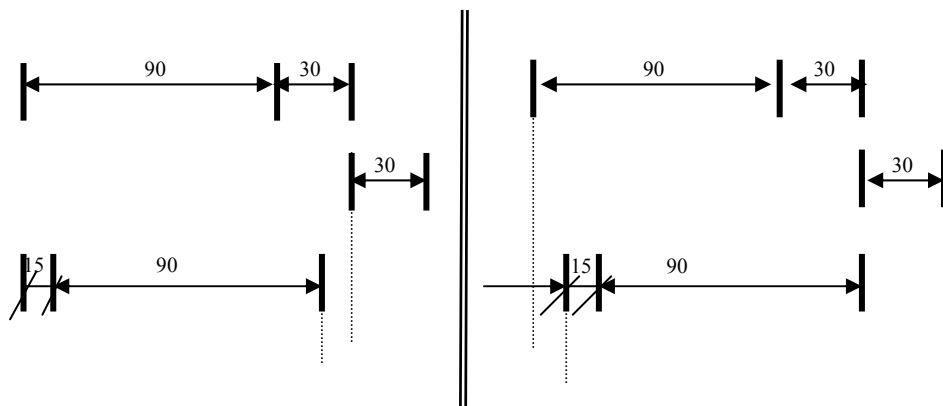


Fig. 8.12. a) programul minorant, b) programul majorant

Dacă se optează pentru programul majorant, drumul necritic devine de asemenea critic, iar riscurile imprevizibile vor întârzia și mai mult proiectul, rezultând penalizări și pierderi financiare.

În cazul opțiunii pentru programul minorant, întreaga investiție aferentă proiectului, trebuie făcută la momentul zero. În general, managerii preferă să amâne investițiile care trebuie realizate în activitățile paralele Drumului Critic. În proiectele complexe există însă un număr însemnat de drumuri necritice, iar în cazul unui program minorant, șeful de proiect va avea prea multe drumuri paralele de supervizat. Apare astfel riscul pierderii focalizării preocupării acestuia asupra unor acțiuni de maximă importanță.

- *Apare deci o problemă de optimizare care trebuie să cântărească o posibilă economie din bugetul proiectului, datorită amânării unei părți din investiție față de posibilitatea unor penalizări și alte pierderi financiare, datorită întârzierii finalizării proiectului.*

➤ **Aspectul 4.**

- *Întârzierea unui anumit pas este propagată în întregime spre pașii următori, pe când progresul în avans al unui pas este în mod uzual risipit.*

Privind proiectele sub un alt unghi, cel al planificatorului de timp, s-ar putea afirma faptul că, un mecanism de control eficient al timpului ar trebui să-i ofere șefului de proiect o cale de focalizare corectă pentru buna derulare a proiectului. În cadrul fiecărui proiect este stimulată startarea fiecărui drum cât de repede posibil. Această abordare a proiectelor a fost justificată teoretic de către specialiști, prin faptul că, progresul în avans al unui anumit drum, compensează întârzierile altuia.

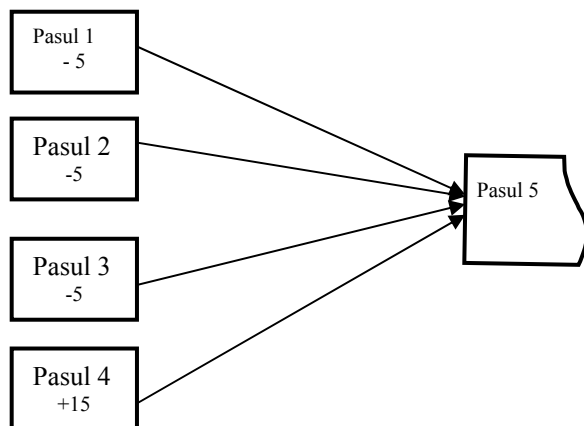


Fig. 8.13. Secvență de sarcini din cadrul unui proiect

În realitate, această regulă nu se respectă. Considerând secvența din fig.8.13., în care cei 4 pași în paralel îl preced pe cel de-al 5-lea, primii 3 pași au fost fiecare finalizați cu 5 zile în avans față de planificatorul inițial al proiectului. Cel de-al 4-lea pas este întârziat cu 15 zile față de planificatorul inițial al proiectului. Dacă justificarea teoretică de mai sus ar fi valabilă în practică, atunci de trei ori avansul celor 3 pași ar trebui să compenseze întârzierea pasului întârziat. În realitate, o echipă care-și finalizează o anumită sarcină în avans de planificator, nu raportează acest lucru, profitând de timpul câștigat în alte scopuri. Astfel, progresul în avans al pașilor unui proiect, nu influențează planificatorul inițial. Cel de-al 4 – lea pas, care este întârziat cu 15 zile, își va propaga întreaga întârziere asupra pasului pe care îl precede. **Concluzia** finală desprinsă, constă în faptul că: *se pune problema găsirii unei proceduri logice prin intermediul căreia să se poată obține o planificare eficientă, indiferent de cazul particular al fiecărui proiect, o procedură logică analoagă a procedurilor JIT sau TQM, ce să furnizeze informații care să permită managerilor să-și focalizeze preocupările spre problema de maximă prioritate.*

8.3.1.2 Teoria constrângerilor (TOC – Teory of Constraints)

8.3.1.2.1 Ce este TOC?

În momentul de față TOC reprezintă o nouă filozofie de management. Pe baza ei au fost concepute metode de cercetare și optimizare în sistemele de producție, care depind doar de abilitățile cognitive umane și nu de algoritmi exacti. TOC oferă soluții pentru o serie de probleme stringente cu care se confruntă managerii din zilele noastre, cum ar fi:

- găsirea căilor de învingere a concurenței;
- găsirea căilor de determinare a oamenilor din subordine să participe cu idei inovatoare și îmbunătățiri;
- găsirea căilor de micșorare a timpului de dezvoltare al noilor produse;
- găsire căilor de a-i mulțumi pe clienți.

Practic, toți managerii doresc să se organizeze și să conducă bine. Pentru a manageria bine, aceștia trebuie să aibă un control eficient atât asupra **costurilor** cât și asupra **produsului final**. Aceste două condiții sunt absolut necesare, însă implică două moduri diferite de management.

Pentru a demonstra acest lucru se realizează analogia dintre o firmă și un lanț. Prima verigă se consideră a fi reprezentată de departamentul de aprovizionare, urmată de cea reprezentată de departamentul de producție, iar cea care încheie lanțul, este cea reprezentată de departamentul de desfacere. Costurile companiei sunt drenate pe fiecare departament în parte, sau altfel spus, fiecare departament își are costurile proprii. Revenind la analogia care se realizează cu lanțul, acesta devine cu atât mai ușor în greutate, cu cât fiecare verigă a lui devine mai ușoară. Același lucru se întâmplă și în cazul costurilor companiei, acestea devenind cu atât mai mici, cu cât, fiecare departament reușește să-și diminueze costurile proprii. Această teorie reprezintă **filozofia de management conform “lumii costurilor” (“cost world”)**.

În ceea ce privește produsul final, această filozofie de management se schimbă total. În acest caz, dacă o singură verigă se rupe, lanțul își pierde integritatea. Astfel, dacă lanțul va fi tensionat cu o anumită forță, acesta își va menține integritatea atâta timp cât mărimea forței nu va depăși forța de rezistență a celei mai slabe verigi. Prin analogie, în cazul departamentelor (secțiilor) firmei, dacă unul singur înregistrează întreruperi sau alte probleme, atunci produsul final este compromis. De aceea, eficiența obținerii produsului final, în condițiile în care i se respectă toate specificațiile inițiale, va fi impusă de

către departamentul (secția) cu eficiența cea mai scăzută, indiferent dacă celelalte departamente (secții) au o capacitate mai mare. Această teorie reprezintă **filozofia de management conform “lumii produsului finit” (“throughput world”)**.

Urmărind mai profund cele două filozofii de management, se constată existența unei **constrângeri** între ele. Managementul, conform “lumii costurilor”, îl obligă pe manager să stimuleze fiecare departament în parte să-și diminueze costurile. Șefii de departamente, care trebuie să mențină costurile la un nivel scăzut, vor lupta implicit pentru eficientizarea acestor departamente, ceea ce va intra în contradicție cu filozofia de management, conform “lumii produsului finit”, în care eficientizările locale nu se pot realiza decât prin sincronizarea cu secția care are capacitatea cea mai scăzută, pentru a proteja toate specificațiile de proiectare ale produsului.

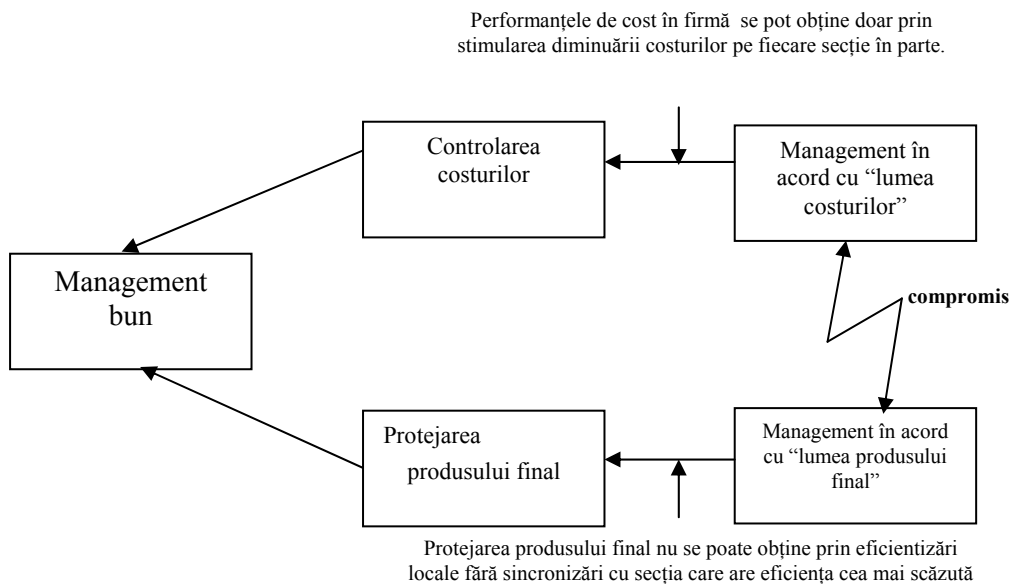


Fig. 8.14. Compromisul pentru un management bun

În concluzie, singura soluție pentru un management bun, este să se realizeze un **compromis continuu**, între managementul în acord cu “lumea costurilor” și managementul în acord cu “produsul finit”, între care, de fapt, apare tot timpul o **constrângere**. (Fig.8.14)

8.3.1.2.2 Procedura de compromis bazată pe

Teoria Constrângerilor

Procedura de compromis prezentată, presupune parcurgerea fazelor eșalonate în ordinea de mai jos:

1. IDENTIFICAREA constrângerii sistemului

Se consideră lanțul departamentelor reprezentat în Fig.8.15. În acest prim pas al procedurii se **identifică constrângerea**, adică departamentul cu cele mai limitate resurse.

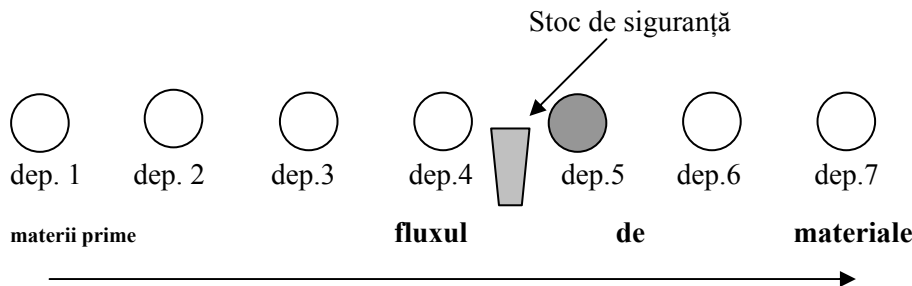


Fig. 8.15. Lanțul departamentelor dintr-o firmă

Departamentul 5 a fost identificat ca fiind inefficient (gâtuit) în comparație cu celelalte departamente, datorită unor probleme de echipament, lipsă de personal calificat suficient, s.a.m.d.

2. EXPLOATAREA constrângerii sistemului

Atâta timp cât Teoria Constrângerilor impune “controlul costurilor” ca o condiție absolut necesară, în cel de-al doilea pas al acestei proceduri, se decide modul de exploatare a constrângerii sistemului, având în vedere menținerea costurilor la nivelul minim. Astfel, căile de exploatare a acestei secții sunt:

- de a obține maximum posibil din capacitatea existentă;
- elevarea capacității deja existente, angajând mai mult personal specializat, achiziționând mai multe echipamente în limita disponibilităților din firmă, sau redistribuind personal sau echipament disponibil în alte departamente.

În cazul în care s-a reușit elevarea acestei constrângeri a sistemului la nivelul deciziei de exploatare al pasului 2, se va relua pasul 1 pentru identificarea noii constrângeri a sistemului. În caz contrar se continuă cu pasul 3.

3. SUBORDONAREA tuturor celorlalte capacități la nivelul deciziei de exploatare de la pasul 2

Se presupune că departamentul identificat ca fiind constrângerea sistemului, nu poate produce mai mult de N unități de produs/zi. În aceste condiții, nu este economic ca celelalte departamente să producă mai mult de N unități de produs/zi, chiar dacă capacitatea lor le permite acest lucru. Pentru a putea exploata, de exemplu, departamentul 5 (fig. 8.15) într-o proporție de 100% din capacitatea pe care o are, trebuie să i se asigure flux de materiale în mod continuu, indiferent dacă departamentele precedente acestuia înregistrează probleme sau nu pe parcurs.

În concluzie:

- a) *va trebui asigurat în amonte de departamentul 5, un “stoc de siguranță”, pentru a-l proteja de eventualele probleme de operare pe care le-ar putea înregistra departamentele precedente;*
- b) *departamentele 1- 4 sunt considerate “centre de hrănire” cu materie primă pentru departamentul 5 și în consecință, vor trebui să lucreze totuși la o capacitate ușor superioară departamentului 5, pentru a-i asigura acestuia stocul intermediar.*

4. ELEVAREA constrângerii sistemului

Pasul 3 a fost parcurs pentru a evita costuri pentru stocuri intermediare inutile. Deoarece firma dorește să realizeze mai mult de N unități de produs/zi, se va acționa spre elevarea capacității departamentului 5 la nivelul celorlalte departamente.

5. IDENTIFICAREA următoarei constrângeri a sistemului

În momentul în care capacitatea departamentului 5 este suficient elevată și nu mai reprezintă nici un fel de constrângere pentru sistem, se reia procedura de la pasul 1, identificându-se noua constrângere a sistemului.

8.3.1.3. Transpunerea Teoriei Constrângerilor în Managementul prin Proiecte

Transpunerea Teoriei Constrângerilor în Managementul prin Proiecte, presupune parcurgerea unor pași asemănători procedurii prezentate în paragraful anterior și anume:

1. IDENTIFICAREA constrângerii

Care este constrângerea unui proiect? Care ar trebui să fie echivalentul “gâtuirii” capacității departamentului din procedura prezentată anterior?

TOC definește “gâtuirea” ca fiind reprezentată de o resursă (umană, materială, financiară, informațională) cu capacitate insuficientă pentru a produce cantitatea de produs/serviciu cerută pe piață. “Gâtuirea” frânează firma (echipa) în a face mai mulți bani.

Practic, în managementul prin proiecte, performanța dorită este de a finaliza proiectul în timp, sau înainte de termenul final stabilit. Conform celor afirmate anterior, în cazul unui proiect, constrângerea nu poate fi alta decât “**Drumul Critic**”

2. EXPLOATAREA și ELEVAREA constrângerii sistemului

Timpul stabilit pentru “Drumul Critic” **nu trebuie irosit**. Acesta trebuie EXPLOATAT la maxim.

Fie Drumul Critic al unui proiect oarecare, reprezentat în Fig. 8.16. În cazul proiectelor, **stocului de siguranță** i se face analogia cu o **rezervă de timp pentru Drumul Critic**. În cadrul Drumului Critic însă, activitățile nu au rezerve de timp.



Fig. 8.16. Secvența Drumului Critic pentru un proiect

De fapt, în faza de estimare a duratelor necesare de timp, fiecărei activități i s-a atribuit în mod implicit o anumită **perioadă de timp de siguranță** datorită:

- experienței celei mai defavorabile din trecut pe care a avut-o specialistul care a realizat estimarea;
- “sindromului studentesc” - tendința celor implicați în activități de a lăsa totul pe ultimul moment;
- implicării persoanelor care trebuie să realizeze activitățile, în alte sarcini paralele;
- faptului că întârzierile se propagă mai departe, iar progresul în avans se risipește.

În concluzie:

- se va micșora durata de timp estimată pentru fiecare activitate luându-se în considerare durata efectivă de operare pentru ca o activitate să fie desăvârșită;*
- perioadele de timp de siguranță pentru toate activitățile vor fi însumate într-o rezervă de timp a proiectului, denumită **”buffer pentru proiect”**, Fig.8.17.*

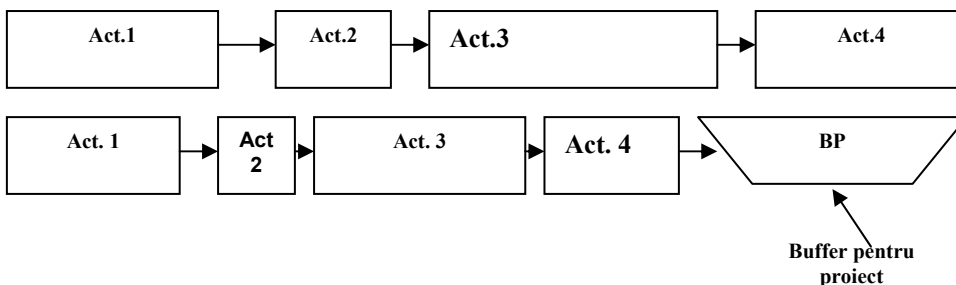


Fig.8.17. Reconsiderarea Drumului Critic având atașat Bufferul de timp pentru proiect

Acest “buffer pentru proiect” reprezintă “stocul de siguranță” cu ajutorul căruia se poate exploata la maxim resursa aferentă - în cazul proiectelor, timpul alocat Drumului Critic.

3. SUBORDONAREA

Cum se vor subordona drumurile necritice la noul Drum Critic?

Practic, se va repeta procedura de la punctul 2 pentru toate drumurile necritice, obținându-se în acest fel câte un buffer pentru fiecare drum necritic, numite **“buffere de hrănire (BH)”**, (Fig. 8.18).

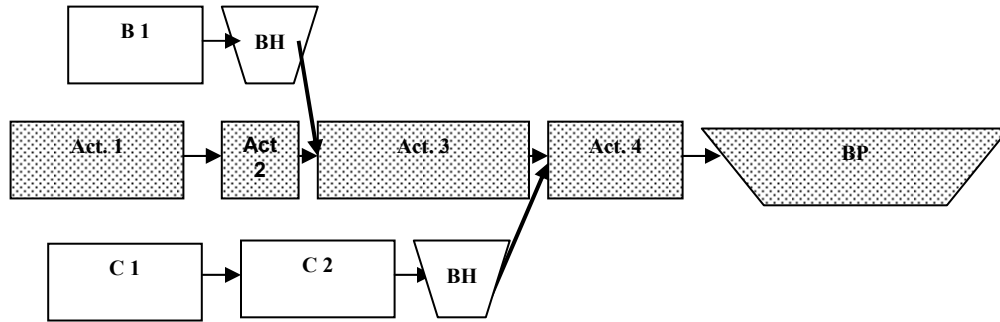


Fig. 8.18. Subordonarea secvențelor activităților necritice la noul Drum Critic

4. IDENTIFICAREA

Ce se întâmplă în cazul resurselor supraalocate?

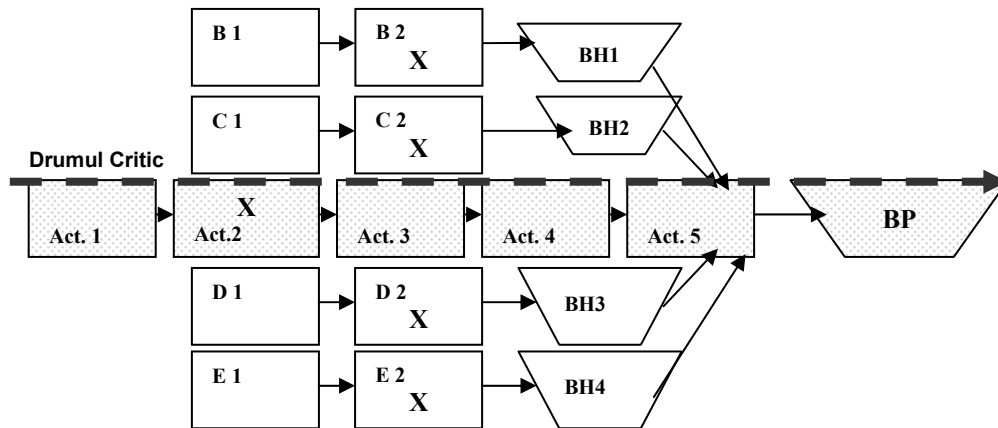


Fig. 8.19. Secvență de planificator având resursa “X” supraalocată

Fie proiectul din Fig.8.19, în care pașii însemnați cu **X** reprezintă activități care trebuie desăvârșite de către o aceeași resursă. Se consideră că fiecare dintre acești pași necesită 5 zile, iar bufferele de hrănire sunt prevăzute, de asemenea, cu o durată de 5 zile.

Ținând cont de acest conflict de resurse, și luând în considerare una dintre definițiile Drumului Critic, ca fiind “lanțul de pași dependenți cel mai lung ca durată de timp”, se poate afirma că dependențele dintre doi pași pot să apară datorită faptului că aceștia sunt desăvârșiți de către aceeași resursă. În consecință, se poate afirma că, cel mai lung lanț va fi compus din secțiuni de drumuri dependente tehnologic și drumuri dependente de aceeași resursă.

În concluzie: s-a format o înlănțuire de pași dependenți de resursa **X** – “**Lanțul Critic**”- care, în final, ar putea totaliza o durată de timp mai mare decât cea a Drumului Critic.

4.1. Această înlănțuire este IDENTIFICATĂ ca fiind noua constrângere a sistemului. Fig. 8.20.

4.2. EXPLOATAREA și ELEVAREA

Activitățile “Lanțului Critic” au deja duratele de timp estimate în mod “optimist”, fără nici o marjă de siguranță. În continuare este necesar să se stabilească un “buffer de timp de siguranță”. Acesta va fi chiar BP – bufferul proiectului. (Fig.8.20)

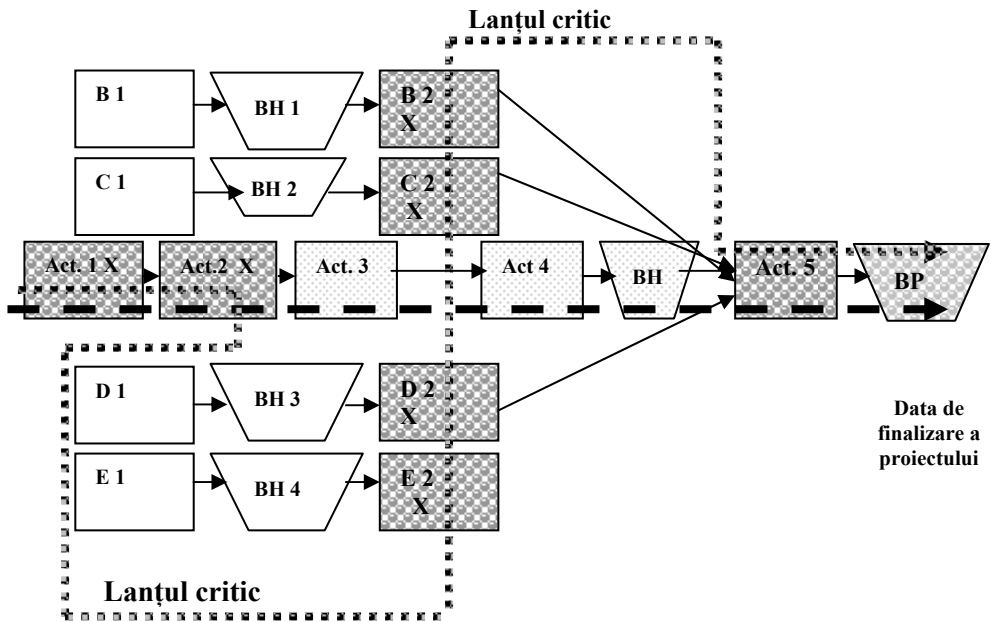


Fig. 8.20 Stabilirea secvenței Lanțului Critic și subordonarea secvențelor necritice

4.3. SUBORDONAREA

Se va repeta procesul de subordonare de la pasul 3. Bufferele de hrănire BH din fig. 8.19. își vor modifica poziția conform fig. 8.20.

În concluzie: Datorită acestor schimbări se conturează un cu totul alt mecanism de raportare și control pentru evoluția proiectului. Sub acest nou aspect de abordare a proiectului, focalizarea managerului este în cea mai mare măsură asupra Drumului Critic, respectiv Lanțului Critic, celelalte activități paralele fiind subordonate acestuia. Rapoartele trebuie făcute zilnic, pentru a avea continuu o imagine clară a bufferelor care se consumă în mod neregulat [Pro-99d] .

8.4 Metode moderne utilizate în managementul operațiilor

Controlul operațiilor

Studiul asupra noilor constrângeri pentru întreprinderi a scos în evidență următorii factori, având pondere decisivă în stabilirea strategiilor de control pentru operațiile de producție [Haz.96]:

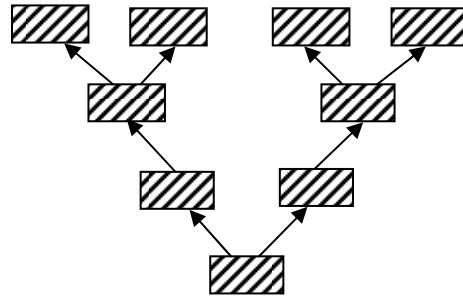


Fig.8.21.a)

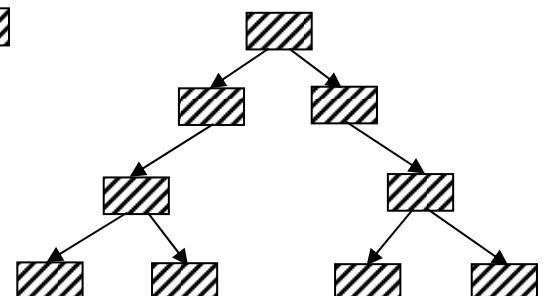


Fig.8.21.b)

- diversitatea crescândă de produse, piețe și tehnologii noi;
- atingerea sectoarelor noi și necunoscute (de exemplu informatica și tehnologia informației);

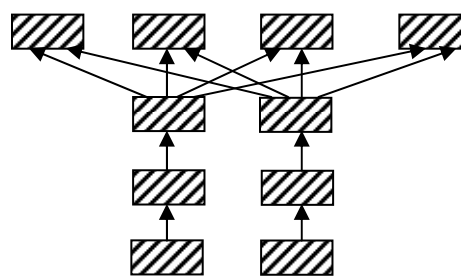


Fig.8.21.c)

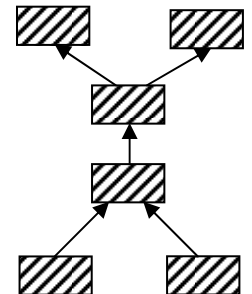


Fig.8.21.d)

- internaționalizarea crescândă a firmelor, antrenând probleme complexe de fuziune, de achiziție și de pluriculturalitate;
- dezvoltarea noilor economii și scoaterea la suprafață de noi poli, (China ca exemplu semnificativ), care vin să concureze industriile occidentale tradiționale;
- ieșirea la suprafață a unor noi aspecte dominante cum ar fi: cele ecologice, sau exprimările individualiste ale consumatorilor,
- realizarea sau respingerea încrederii în contractul social;
- decepția politică;
- resursele foarte rare și tot mai scumpe: petrol, apă, materie primă devenită strategică;
- nevoile de finanțare din ce în ce mai ridicate, problemele monetare internaționale tot mai ascuțite;
- apariția unor noi “actori” (sindicate, bănci, asociații non-profit, organizații guvernamentale, cooperative, servicii publice) implicați într-o multitudine de interrelații, cu un rol crescând în cadrul industriei propriu-zise;
- schimbările sociale: transformarea familiei.

Pentru realizarea operațiilor de producție, materia primă, mașinile și manopera nu reprezintă singurele resurse necesare. Informația este deja mult mai importantă decât resursa fizică. Conceperea și menținerea unui sistem informatic actualizat (ex.: facturi de materiale, fluxuri, schițe, scheme de proces) reprezintă o abordare mult mai dificilă și costisitoare. O caracteristică importantă a controlului operațiilor

de producție constă în capacitatea menținerii continue a performanțelor sistemului, care poate fi de tipul *job shops* sau *flow shops*.

Un proces de tip *job shops* include mașini similare, sau persoane care realizează operații similare în mod grupat. Munca evoluează în secvențe între aceste arii specializate, putându – se întoarce spre punctele de procesare precedente, înainte de a continua calea stabilită în proces (ex: – firme mici ingineresti, fiecare acțiune din cadrul procesului este unică sau poate fi o repetiție a design – ului standard; fiecare acțiune poate consta dintr – o singură unitate sau o grupare de mai multe unități; – **un spital**).

Un proces de tip *flow shop* include mașini și oameni care sunt secvențiați de – a lungul uzinei într – o ordine impusă de ținta stabilită. De asemenea, munca poate fi unică sau o repetiție a design – ului standard (ex : **fabricile de mobilă, fabricile de electronice, fabricile de tip “automotive”**). Flow shop – urile nu sunt cu adevărat continue (ex. ca un proces chimic) deoarece articolele din cadrul procesului sunt discrete, realizate din părți independente.

Analiza **VATI** descrie 4 tipologii ale fluxului de material, aparținând proceselor de producție de tip flow shop, fig. 8.21.

- Figura 8.21 a) prezintă configurația de tip **V**– **natura divergentă**, în care se pornește de la același tip de materie primă (freză, fierăstrău...) care parcurge o varietate de căi pentru a produce o gamă de produse.
- Figura 8.21 b) prezintă configurația de tip **A** (opus lui **V**) – materiale de start multiple și diferite sunt combinate și asamblate într – un produs final.
- Figura 8.21 c) și Figura 8.21.d) prezintă configurațiile de tip **T** și **I**: de exemplu o hală de tâmplărie – care implică un flux de diferite produse de lemn, care comportă secvențe similare: tăiere, șlefuire, asamblare, lustruire. Odată ce un produs a depășit punctul de divergență (de ramificare) acesta nu se mai poate întoarce în proces. În cazul configurație de tip **I** lipsește punctul final de ramificare.

Strategii moderne in domeniul controlului sistemelor de producție.

Extinderea sistemelor de control al producției s-a realizat datorită situațiilor generate de dinamica și turbulența economico - socială concretizându-se prin conceperea și caracterizarea unor strategii moderne în domeniul controlului sistemelor de producție.

Una dintre abordările care stau la baza dezvoltării strategiilor moderne pentru controlul sistemelor de producție este **Teoria Constrângerilor (TOC)** [URL-2], care presupune parcurgerea celor 5 pași, în ordinea de mai jos:

1) IDENTIFICAREA constrângerii sistemului:

2) EXPLOATAREA constrângerii sistemului:

b1) pentru a obține maximum posibil din capacitatea existentă;

b2) elevarea capacității deja existente, angajând mai mult personal specializat, achiziționând mai multe echipamente în limita disponibilităților din firmă, sau redistribuind personal sau echipament disponibil în alte departamente.

În cazul în care s-a reușit elevarea acestei constrângeri a sistemului la nivelul deciziei de exploatare al pasului b., se va relua pasul a. pentru identificarea noii constrângeri a sistemului. În caz contrar se continuă cu pasul c.

3) SUBORDONAREA tuturor celorlalte capacități la nivelul deciziei de exploatare de la pasul b.

- 4) ELEVAREA constrângerii sistemului
- 5) IDENTIFICAREA următoarei constrângeri a sistemului

P1 & P2 reprezintă un proces simplu, care realizează doar două produse “**P1**” și “**P2**”. Obiectivul aplicației este de a realiza o decizie prin intermediul căreia să se maximizeze profitul procesului (fig.8.22).

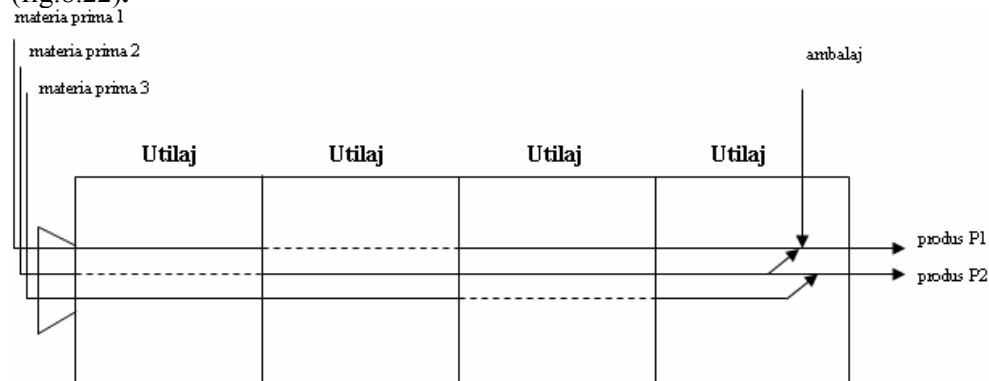


Fig.8.22. Procesul de realizare produselor P1 și P2

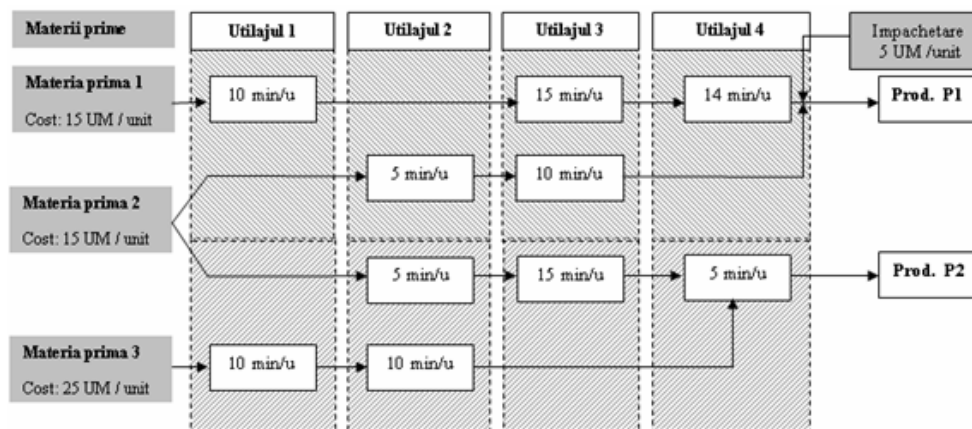


Fig.8.23. Procesul tehnologic pentru rezolvarea produselor P1 și P2

Sunt considerate 3 materii prime și ambalajul final, din care, prin combinațiile impuse de procesele tehnologice, rezultă produsele P1 & P2 fig. 10. Produsul P1 se constituie din materia primă 1-(1 unitate) și materia primă 2-(1 unitate), combinate cu partea adițională, care este achiziționată pentru împachetare. Produsul P2 se constituie din materia primă 2 și materia primă 3 (câte 1 unitate).

Pentru produsul P1, materia primă 1 este procesată de utilajele 1, 3 și 4, dar nu pe utilajul 2. Materia primă 2 este procesată pe utilajele 2, 3 și 4, dar nu pe utilajul 1. Materiile prime 1 și 2 sunt luate în cantități de câte o unitate, produsul P1 fiind asamblat pe utilajul 4 și ambalat în cadrul aceluiași compartiment, pentru ca la ieșirea procesului să rezulte produsul final.

Pentru produsul P2, materia primă 2 este procesată pe utilajele 2, 3 și 4, dar nu pe utilajul 1. Materia primă 3 este procesată pe utilajele 1, 2 și 4, dar nu pe utilajul 3. Câte o unitate din materiile prime 2 și 3 sunt combinate pe utilajul 4 pentru a obține produsul final P2.

Se cunosc:

- timpul necesar de procesare a materiei prime în cadrul fiecărui stadiu din proces (fig.8.23);

- costul materiilor prime (fig.8.23);
- prețul de vânzare pentru produsul P1 este de 105 UM/buc;
- cererea pieții este de 70 bucăți/săptămână;
- prețul de vânzare pentru produsul P2 este de 85 UM/buc;
- cererea pieții este de 110 bucăți/săptămână;
- costurile de operare pentru întreg procesul sunt de 5800 UM/săptămână;
- disponibilitatea resurselor este : 60 minute/ora, 8 ore/zi, 5 zile/săptămână → sau 2400 minute/săptămână.

Nu există așteptări. La finalizarea unui pas, următorul pas poate fi început imediat.

Utilajele de procesare nu sunt multifuncționale. Utilajele (mașinile) 1, 2, 3, 4 pot realiza doar operații pentru care sunt dedicate. (Sunt situații în care utilajele sau angajații sunt multifuncționali).

Se definesc următoarele relații:

- Profitul = “produsul final vândut” – costuri de operare
- Produsul final vândut = prețul de vânzare – costul materialelor.

Se pune următoarea întrebare:

Care este profitul care poate fi generat pe săptămână din cadrul acestui proces?

Mulți manageri decid să facă tot posibilul să satisfacă cererea pieții. Urmând această cale, rezultatele se prezintă conform următorului tab. 8.14:

Tabelul 8.14

Produsul	P1	P2
Cererea săptămânală	70	110
Prețul de vânzare	105	85
Materiale	35	40
Produsul final vândut	70	45
Unități furnizate	70	110
Produse final vândute săptămânal	4900	4950
Costuri de operare săptămânale		5800
Profitul net săptămânal		4050

În primul pas al analizei, care se realizează prin prisma acestei abordări, costul marginal al produsului final vândut, este obținut prin diferența dintre prețul de vânzare și costul materialelor :

- pentru produsul P1, costul marginal $C_{mp} = 105 - 35 = 70$ UM (unități monetare)
- pentru produsul P2, costul marginal $C_{mp} = 85 - 40 = 45$ UM

În pasul al doilea, se calculează valoarea produsului final vândut săptămânal din care se scad costurile de operare săptămânale și se obține profitul net, egal cu 4050 UM.

În pasul al treilea, se verifică dacă, capacitatea posturilor de lucru este suficientă să acopere cererea.

În acest sens se verifică dacă timpul necesar fiecărui post de lucru pentru a se implica în acest proces nu este mai mare decât disponibilul:

Astfel,

Utilajul 1: – pentru a realiza 70 de unități de produs P1, utilajul 1 necesită de 70 de ori un disponibil de 10 minute (pentru materia primă 1) și pentru a realiza 110 unități de produs P2, utilajul 1 necesită de 110 de ori un disponibil de 10 minute (pentru materia primă 3). Rezultă un total de 1800 de minute necesare pentru utilajul 1, având un disponibil de 2400 de minute.

Utilajul 2: – pentru 70 de unități de produs P1, utilajul 2 necesită 70x5 minute (materia primă 2), și pentru a realiza 110 unități de produs P2, utilajul 2 necesită 110x5 minute (materia primă 2) plus 110x10 minute (materia primă 3). Rezultă un necesar de 2000 de minute în condițiile unui disponibil de 2400 de minute.

Utilajul 3: necesită 3400 de minute (70x15 + 70x10 + 110x15). **Utilajul 3** are un deficit de capacitate.

Utilajul 4: de asemenea necesită 1530 de minute (70x14 + 110x5) (tab 8.15).

Tabelul 8.15

Produsul	P1	P2		
Unități furnizate	70	110	Necesar	Disponibil
Utilajul 1	10	10	1800	2400
Utilajul 2	5	15	2000	2400
Utilajul 3	25	15	3400	2400
Utilajul 4	14	5	1530	2400
Produsul final vândut săptămânal	4900	4950		
Costuri de operare săptămânale		5800		
Profitul net săptămânal		4050		

În urma efectuării calculului capacității necesare pentru fiecare utilaj, se identifică o constrângere în dreptul utilajului 3. Aplicând pașii *teoriei constrângerii* urmează să se stabilească modul de exploatare, respectiv, de planificare a acestei constrângeri.

Ținta exploatării este de a maximiza capacitatea utilajului 3 și să se rămână în continuare cu un profit bun la sfârșitul săptămânii.

Privind rezolvarea problemei din perspectiva analizei costurilor, maximizarea profitului se realizează prin identificarea produsului care are cel mai scăzut cost.

Dacă identificarea se realizează în funcție de costul materiei prime, atunci răspunsul este că, produsul P1 la 35 UM este preferat produsului P2 la 45 UM.

Dacă identificarea se realizează în funcție de costul manoperei, produsul P2 realizat în 45 de minute (10+15+15+5) este preferat produsului P1, realizat în 54 de minute (10+5+25+14).

Din perspectiva maximizării prețului de vânzare, respectiv, al produsului final vândut produsul P1, care se vinde cu 105 UM, este preferat față de produsul P2, care se vinde cu 85 UM. Din punctul de vedere al prețului marginal, produsul P1 are prețul 70UM și este preferat față de produsul P2, care are prețul 45 UM.

Analizând costurile implicate în procesarea celor două produse, respectiv veniturile marginale, balanța înclină pentru a se realiza cu prioritate produsul P1 în defavoarea produsului P2.

Cererea pentru produsul P1 este de 70 de bucăți. Pentru utilajul 3 sunt necesare 70x10 minute (materia primă 2) și 70x15 minute (materia primă 1). Rezultă un total de 1750 de minute, necesar pentru produsul P1. Dacă se scade din disponibilul de 2400 necesarul pentru produsul P1 de 1750 (2400-1750=650), rămân 650 minute pentru produsul P2. Produsul P2 este procesat în 15 minute pe utilajul 3, rezultând $650/15 = 43$ de unități din produsul P2. (tab 8.16 a)

Tabelul 8.16 a

Produsul	P1	P2
Cererea săptămânală	70	110

Prețul de vânzare	105	85
Materiale	35	45
Produs final vândut	70	40
Unități furnizate	70	43
Produsul final vândut săptămânal	4900	1935
Costuri de operare săptămânale	5800	
Profitul net săptămânal	1035	

Tabelul 8.16 b

Produsul	P1	P2		
Unități furnizate	70	43	Necesar	Disponibil
Utilajul 1	10	10	1130	2400
Utilajul 2	5	15	995	2400
Utilajul 3	25	15	2395	2400
Utilajul 4	14	5	1195	2400

Rezultatul exploatării utilajului 3, decis prin intermediul analizei costurilor, este prezentat în tabelul 8.16 a și se observa un profit net săptămânal de 1035 UM.

În prima parte s-a abordat exploatarea constrângerii prin maximizarea ieșirilor constrângerii, în care s-a ținut cont de :

- costul pentru manoperă,
- costul pentru materia primă,
- prețul de vânzare cel mai ridicat,
- prețul marginal cel mai ridicat.

Exploatarea constrângerii înseamnă însă să se exploateze *în întregime potențialul constrângerii*. Spre exemplu dacă:

- timpul de procesare al produsului P1 în cadrul utilajului 3 este 25 minute;

iar,

- timpul de procesare al produsului P2 în cadrul utilajului 3 este de 15 minute;

Rezultă că, produs final vândut se obține din fiecare?

- produsul P1 câștigă 70 UM,

iar,

- produsul P2 câștigă 45 UM.

Se calculează raportul produs final vândut/număr de minute în cadrul constrângerii, adică:

- pentru P1 – $70 \text{ UM}/25 \text{ minute} = 2,8 \text{ UM}/\text{minut}$,

iar

- pentru P2 – $45 \text{ UM}/15 \text{ minute} = 3 \text{ UM}/\text{minut}$.

Concluzie:

- produsul P2 generează bani pentru sistem cu 7,14% mai repede decât produsul P1.
- produsul P2 are întâietate față de produsul P1 pentru a fi produs.

Calcul:

- 110 bucăți de produs P2, necesită $110 \times 15 \text{ minute} = 1650 \text{ minute total}$;
- din 2400 de minute disponibil, se scad 1650 minute și rămân 750 minute pentru produsul P1.
- unitatea de produs P1 este procesată în 25 minute în cadrul utilajului 3 (15 minute pentru materia primă 1 și 10 minute pentru materia primă 2), rezultând $750/25 = 30$ de unități.

Rezultatele acestui calcul sunt prezentate în următoarele tabele 8.17 a, 8.17 b:

Tabelul 8.17 a

Produsul	P1	P2
Cererea săptămânală	70	110
Prețul de vânzare	105	85
Materiale	35	40
Produs final vândut	70	45
Unități furnizate	30	110
Produsul final vândut săptămânal	2100	4950
Costuri de operare săptămânale	5800	
Profitul net săptămânal	1250	

Tabelul 8.17 b

Produsul	P1	P2		
Unități furnizate	30	110	Necesar	Disponibil
Utilajul 1	10	10	1400	2400
Utilajul 2	5	15	1800	2400
Utilajul 3	25	15	2400	2400
Utilajul 4	14	5	970	2400
Produsul final vândut săptămânal	2100	4950		
Costuri de operare săptămânale	5800			
Profitul net săptămânal	1250			

Cheia selectării produsului, prin intermediul căruia se exploatează constrângerea la potențialul său maxim este prezentată în tabelul 8.20 (Produsul final vândut/unitatea de timp a constrângerii), rezultatul exploatarei fiind prezentat în tabelele 8.18 a, 8.18 b

Tabelul 8.18

Produsul	P1	P2
Produsul final vândut/minute utilaj 3	2,8UM	3UM

În tabelul 8.18, se sesizează un profit net săptămânal mai mare decât în tabelul 8.16. În concluzie, aplicând în continuare pașii *teoriei constrângerilor*, toate celelalte utilaje vor fi subordonate acestei decizii de exploatare (conform tabelului 8.19), deși capacitatea lor are un volum mai mare.

Din cererea săptămânală au rămas 40 de unități de produs P1 neintegrate în proces.

În continuare se urmărește o soluție pentru elevarea constrângerii.

Se presupune inițierea unei investiții de 2950UM, prin care se descongesează cu o marjă de timp utilajul 3 și se încarcă utilajul 4.

Se studiază sistemul la nivel global.

Se descongesează utilajul 3 cu un minut (pentru materia primă 2) și se încarcă utilajul 4 cu 2 minute (pentru materia primă 2). Rezultatul final indică, pentru procesarea materiei prime 2, o creștere de la 15 la 16 minute.

Se calculează efectele:

- se produc 30 de unități produs P1;
- se produc 110 de unități produs P2.

Concluzii:

- Se produc în total 140 unități/săptămână;
- Se salvează 25 (140) de minute în cadrul utilajului 3 (pentru procesarea materiei prime 2);

- Se utilizează minutele salvate pentru a se produce unități adiționale de produs P1, având rata de 2,8 UM/minut.

Numărul de produse P1 adiționale sunt obținute din relația $140/24 = 5,8$ deci 5 bucăți adiționale. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 8.19 a și 8.19 b:

Tabelul 8.19 a

Produsul	P1	P2		
Unități furnizate	35	110	Necesar	Disponibil
Utilajul 1	10	10	1450	2400
Utilajul 2	5	15	1825	2400
Utilajul 3	24	14	2380	2400
Utilajul 4	16	7	1330	2400

Tabelul 8.19 b

Produsul	P1	P2
Cererea săptămânală	70	110
Prețul de vânzare	105	85
Materiale	35	40
Produs final vândut	70	45
Unități furnizate	35	110
Produsul final vândut săptămânal	2450	4950
Costuri de operare săptămânale	5800	
Profitul net săptămânal	1600	

Concluzii:

- Cele cinci unități adiționale de produs P1 au modificat profitul de la 1250 UM/săptămână la 1600 UM/săptămână, ceea ce înseamnă $(1600-1250)/1250 = 28\%$ creștere a profitului.
- Recuperarea investiției se calculează conform raportului $2950 \text{ UM}/350 = 8,4$ săptămâni, unde 350 reprezintă 5 unități P1x70 produs final vândut, deci recuperarea se realizează în două luni.
- În prima parte a aplicației constrângerea a fost elevată prin intermediul unei investiții exterioare.
- În partea a doua constrângerea a fost exploatată fără investiție adițională.
- Înainte de realizarea investiției, utilajul 4 prelucra materiile prime în 14 minute, iar după investiție în 16 minute.
- Utilajul 4 a fost subordonat constrângerii. Eficiența acestuia a fost scăzută, însă produsul final este protejat.
- Ratele produselor finale vândute au crescut de la 2,8 UM la 2,91 UM pentru P1, și de la 3 UM la 3,21 UM pentru P2.