

METODE DE PLANIFICARE ÎN TIMP A PROCESELOR COMPLEXE (CPM, GANTT, PERT)

Există mai multe posibilități de a trata *managementul de proiect*, dar proiectul a fost permanent tratat ca un concept complex care a urmat în mod firesc evoluția generală din teoria managerială și de marketing. Ultimii 20 de ani au fost guvernați de ceea ce numim *teorii ale sistemelor*, teorii care oferă multe oportunități pentru analiză comparată. În prezent efortul celor preocupați de managementul proiectelor este îndreptat în special către obținerea unei cât mai mari compatibilități între proiect și mediul lui și către adoptarea unor practici de lucru care să se bazeze pe specificitatea locală, pe cele mai bune capacități și aptitudini locale.

Managementul de proiect poate fi tratat ca proces de dirijare a unui ansamblu de activități și, în același timp, ca o componentă de program.

Pornind de la definiția cea mai generală a proiectului, *o investiție de capital pe o perioadă determinată, cu scopul de a crea active productive*, managementul proiectelor poate fi privit ca un proces complex de dirijare, alocare și temporizare (programare în timp) a resurselor disponibile în vederea atingerii obiectivelor dorite într-o manieră operativă și eficientă.

Metodele de management al proiectelor, folosite la planificarea în timp, așa cum este și *metoda drumului critic*, fie în varianta deterministă – *C.P.M.*, fie în varianta probabilistă – *P.E.R.T.*, nu fac altceva decât să urmărească modul în care sunt consumate diferitele tipuri de resurse într-o structură complexă, descrisă printr-un model de tip graf orientat.

Se urmărește prin aplicarea acestor metode de management al proiectelor dirijarea unor activități noi (care compun într-o structură complexă proiectul și care prezintă o serie de restricții privind resursele) și asigurarea unui nivel de competență în ceea ce privește performanțele.

O altă modalitate de a vedea lucrurile, este aceea de a lua în considerare ansamblul atributelor strict ale managementului proiectului și dintre care amintim cele mai dificile: comunicarea, schimbul de cunoștințe și adaptarea la schimbările din mediu. Din perspectiva funcțiilor managementului, managementul de proiect prezintă o pondere mai mare în ceea ce privește

coordonarea. Deci, din această perspectivă, managementul proiectelor se situează la nivelul managerial tactic.

Nivelul de abordare al metodelor C.P.M. și P.E.R.T. este cel al activităților, tratate în ansamblul lor așa cum compun proiectul, în perspectiva asigurării obiectivelor proiectului și în condițiile restricțiilor impuse de programul din care derivă și scopul acestuia.

În vederea unei înțelegeri mai corecte se recomandă revederea gamei terminologice consacrate, utilizarea adecvată a acesteia și evitarea confuziilor între diverse concepte, cum ar fi: proiecte și active, sisteme, scheme de organizare sau instituțiile pe care acestea le crează. Astfel de erori ar putea diminua eficiența dezvoltării pe baza proiectelor, întrucât metodele și procedeele adecvate investiției pe o perioadă determinată, așa cum este în cazul unui proiect, nu sunt la fel de recomandabile exploatarea pe termen lung a activelor.

O altă problemă care apare frecvent, mai ales când sunt implicate fonduri mari de ajutoare, constă în a privi proiectele ca pe inițiative de-sine-stătătoare, separate și distincte de celelalte activități ale organizației căreia îi aparțin. În mod normal, o organizație poate fi implicată în mai multe proiecte, ca și într-o multitudine de activități în curs de desfășurare sau într-un portofoliu de afaceri pe termen lung.

Frecvent, poate apărea necesitatea efectuării de schimburi de resurse între proiecte și celelalte activități, având drept cauză probabila disponibilitate limitată a resurselor angajate, ceea ce nu ar trebui să afecteze însă delimitarea cât mai exactă a structurii proiectului.

Metoda drumului critic este o metodă heuristică ce se bazează în principiu pe teoria grafelor, pe anumite procedee de estimare și reajustare și pe cunoașterea practică a unor procese complexe pe care le analizează din punct de vedere al desfășurării în timp a activităților componente.

Este o metodă de planificare în rețea care se aplică în domenii foarte diferite (construcții, inginerie, servicii, cercetare-dezvoltare etc...), fiind potrivită pentru asigurarea realizării programelor complexe cu caracter de unicat. Această largă răspândire se poate explica prin avantajele economice posibil de obținut, care după datele publicate sunt de peste 20% în ceea ce privește reducerea termenelor de realizare și de 5-6% la reducerea costurilor. Dezvoltarea metodei a condus la existența astăzi a peste 30 de procedee

perfecționate de previziune, programare și conducere operativă a proceselor complexe, implicând ansambluri mari de activități diverse (cercetare, proiectare, execuție, schimb etc....), din aproximativ 200 de tipuri de organizații.

Metoda drumului critic are două categorii de variante:

◆ variante deterministe:

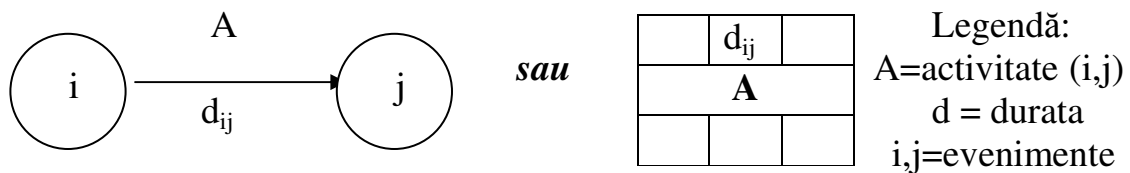
- metoda CPM (Critical Path Method)
- metoda MPM (Metra Potențial Method)
- metoda CPS (Critical Path Scheduling)

◆ variante probabilistă:

- metoda PERT (Program Evaluation of Review Technique)
- metoda PERT/cost
- metoda RAMPS (Resource Allocation and Multi-Project Scheduling)

În metoda drumului critic se apelează, în vederea identificării și formalizării unui sistem care face obiectul analizei sau procesului de coordonare și/sau control, la următoarele concepte:

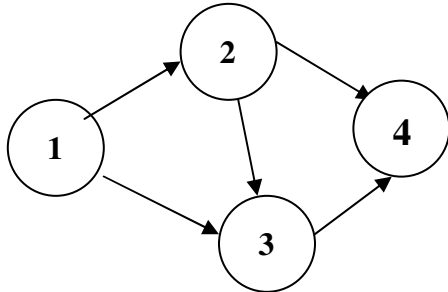
- **Proces complex** – ansamblu de activități necesare atingerii unui scop (succesive sau simultane) a căror succesiune logică alcătuiește un sistem organizat, reprezentat printr-un model matematic determinist, schematizat printr-un graf rețea (graf orientat);
- **Activitate** – acțiune care duce la transformarea sau modificarea unei stări, cu consum de resurse. Reprezentarea unei activități poate fi una din următoarele:



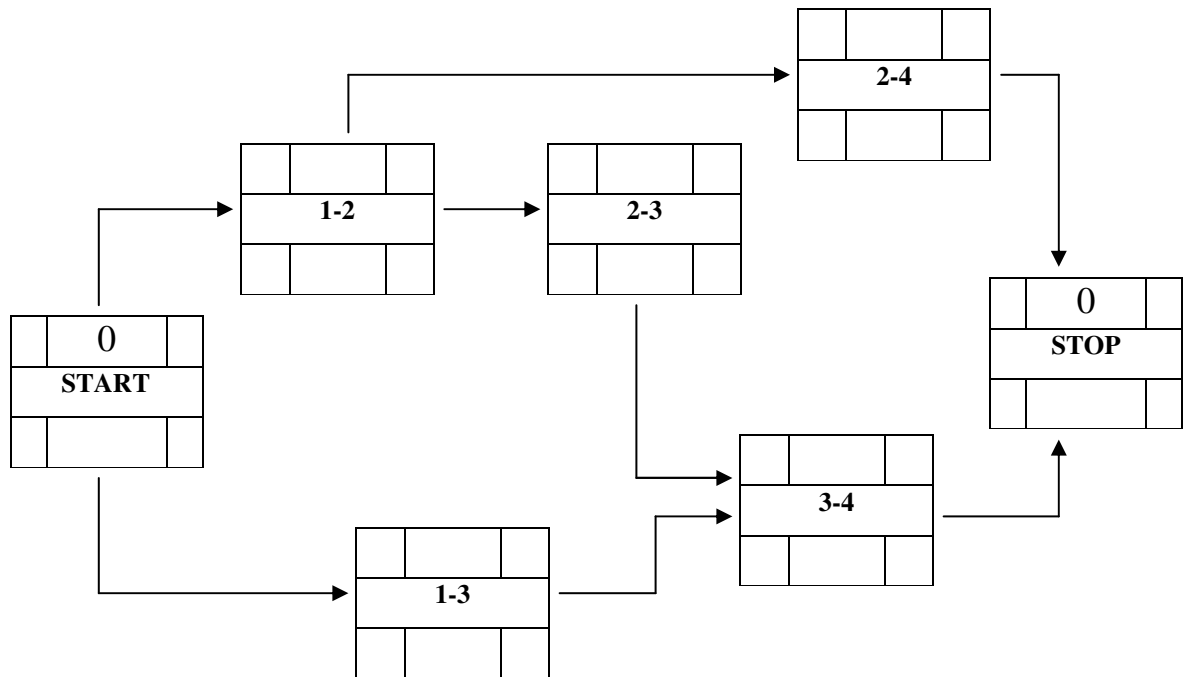
Reprezentarea activităților într-un graf orientat

- **Eveniment** - moment semnificativ al procesului în care începe sau se termină una sau mai multe activități.

- **Modelul** procesului complex este un graf închis



SAU



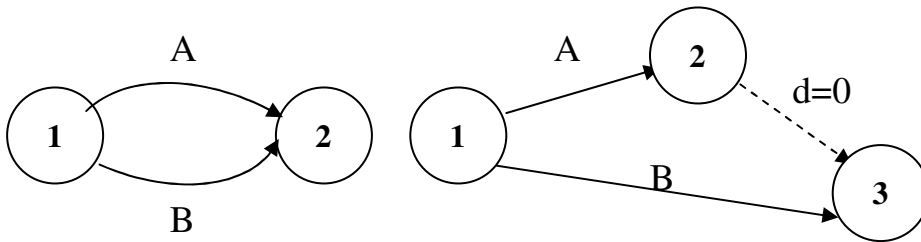
Exemple de graf orientat

- **Tipuri de drumuri**

- drum – un șir de activități consecutive;
- drum complet – drumul dintre nodul inițial și cel final;
- drum critic – cel mai lung drum complet.

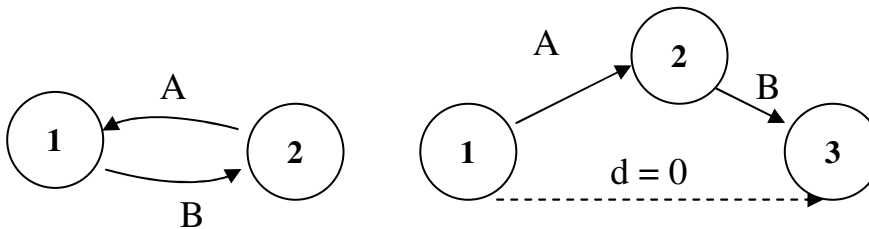
- **Reguli** pentru construirea grafului:

- nu este o construcție la scară;
- distanțele și unghiurile se aleg pentru a crea un graf clar;
- trebuie să fie fluent – să arate sensul de desfășurare a procesului;
- o activitate începe într-un nod și se termină într-un nod;
- între două noduri este admisă o singură activitate.



Soluție pentru două activități paralele a căror sfârșit condiționează începutul unei noi activități

- nu sunt permise circuite.



Soluție pentru evitarea unui circuit

Metoda drumului critic constă în identificarea activităților care influențează în mod hotărâtor durata totală necesară pentru derularea procesului complex analizat. Succesiunea în timp a acestor *activități critice* se numește *drum critic*, fiind drumul cu durata cea mai mare dintre toate drumurile complete posibile de format în structura grafului. Asupra activităților critice trebuie orientată toată atenția analistului în vederea respectării limitelor de realizare a procesului complex și, dacă este cazul, a ajustării acestora.

Metoda CPM (Critical Path Method) - Durata activității este sigură (dij).

- **Parametrii utilizați:**

1) Termenul final T_f – data terminării procesului

- se impune;
- sau este calculat.

2) Termenul inițial T_i – data începerii procesului

- se impune;
- sau este calculat.

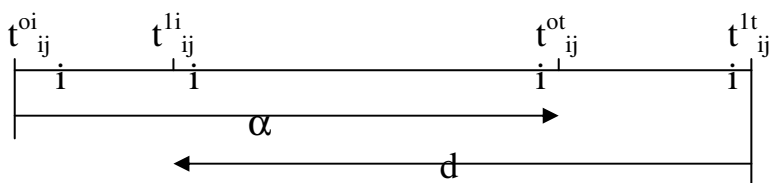
3) Termenele evenimentelor

- termen minim $t_j^0 = \max (t_i^0 + d_{ij})$ – se calculează parcurgând graful în sensul activităților;
- termen maxim $t_i^1 = \min (t_j^1 - d_{ij})$ se calculează prin parcurgerea inversă a grafului.

4) Marja evenimentului - $M_i = t_i^1 - t_i^0$

- $M = 0$ – eveniment critic
- $M > 0$ – eveniment necritic
- $M < 0$ – eveniment critic care va fi întârziat

5) Termenele activităților



Legături între termenii activităților

- termen cel mai devreme (cel mai curând posibil) de începere

$$t_{ij}^{oi} = t_i^0$$

- termenul cel mai devreme de terminare

$$t_{ij}^{ot} = t_{ij}^{oi} + d_{ij}$$

- termenul cel mai târziu (cel mai târziu admisibil) de începere

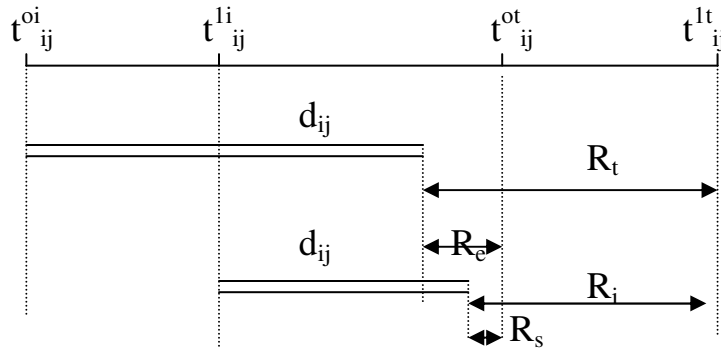
$$t_{ij}^{li} = t_{ij}^{lt} - d_{ij}$$

- termenul cel mai târziu de terminare

$$t_{ij}^{lt} = t_j^1$$

Legăturile stabilite între termenii activităților este reprezentată în figura anterioară, iar corespondența cu termenii evenimentelor, care au la bază relațiile dintre activități și evenimente, este precizată prin relațiile de definire prezentate mai sus.

6) Rezervele activităților



R_t – rezerva totală

R_l – rezerva liberă

R_I – rezerva independentă

R_s – rezerva sigură

Relaționarea mărimii rezervelor cu cele ale termenelor activităților și durata ei.

Dacă: $R_t = 0$ - activitate critică, fără a întârzia procesul,

$R_t > 0$ - activitate necritică,

$R_t < 0$ - activitate critică, procesul va fi întârziat

Tabele calendaristice GANTT sunt forma cea mai simplă de planificare de proiect, util la planificarea directă a proiectelor mici și mai puțin complexe sau reprezentând un instrument pentru programarea activităților deja supuse unei analize în rețea, folosind un graf orientat tehnica de căutare a drumului critic.

Activitate	Durata	Timp calendaristic					
		1	2	3	4	5	6
A	2	=====					
B	2			-----			
C	3			=====			

LEGENDĂ

- ===== Activitate critică
- Activitate necritică
- Rezerve

Grafic calendaristic (grafic Gantt)

La construcția tabelor calendaristice se ține cont de următoarele reguli:

- se reprezintă intervalul de timp stabilit pentru desfășurarea proiectului, între data de început și cea de sfârșit a procesului și marcând intervalele de indisponibilitate (week-end, sărbători legale etc.)

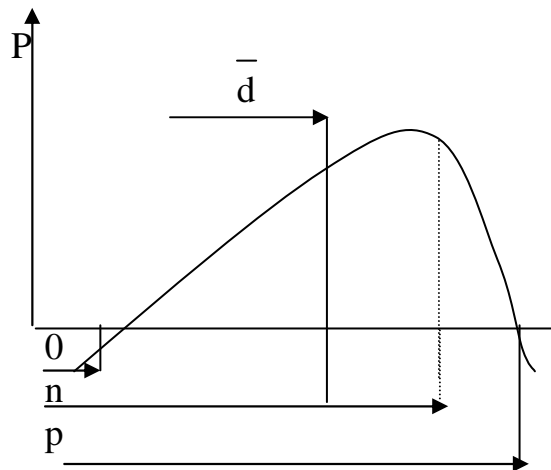
- duratele activităților critice, necritice și rezervelor se reprezintă prin bare (segmente) diferite.
- duratele activităților se reprezintă la momentul minim de început t^{0i}
- la activitățile necritice se reprezintă în continuarea segmentului durată rezervele.

Diagramele cu bare, cum mai sunt numite graficele Gantt, se folosesc de multă vreme pe scară largă și sunt considerate niște unelte foarte valoroase pentru planificare. Nu numai că sunt ușor de trasat sau interpretat, dar sunt și ușor de adaptat la o mare varietate de cerințe de planificare.

Pe lângă faptul că sunt ușor de construit, diagramele cu bare codificate reprezintă și cea mai simplă metodă de programare a resurselor proiectelor. Pot însă să apară probleme la proiecte cu o structură complexă necesitând mai mult timp de trasare sau când sunt cerute operații de reprogramare. Chiar și procesul de urmărire a unei diagrame cu bare excesiv de detaliate și complexe poate deveni anevoios. Este recomandabil a se apela un grad de detaliere convenabil.

Metoda PERT (Program Evaluation of Review Technique)

- **Durata** activității este incertă, dar se poate estima.
 - estimare optimistă (0)
 - estimare probabilă (n)
 - estimare pesimistă (p)
- **Ipoteza I:** durata activității urmează o repartiție β



Distribuția β pentru valorile duratelor activităților

- **Caracteristicile distribuției β**

- este asimetrică
- este finită
- media valorilor $\bar{d}_{ij} = \frac{0 + 4n + p}{6}$
- dispersia valorilor $\sigma_{ij}^2 = \left(\frac{p - o}{6}\right)^2$

- **Problema inițială**

$$P_0 = \{G, o, n, p\}$$

G = graful procesului

Problema transformata

$$P_t = \{G, d_{ij}, \sigma_{ij}^2\}$$

- Rezolvare

$\{G, \bar{d}_{ij}\} \rightarrow D_{DC}$ durata drumului critic conform metodei CPM

- **Ipoteza II:** durata drumului critic urmează o distribuție normală în condițiile:

- drumul critic are o lungime sensibil mai mare (peste 10%) față de orice alt drum complet;
- activitățile componente ale drumului critic au o durată neglijabilă în raport cu acesta (sub 10%);
- probabilitatea ca procesul să se realizeze la momentul T este aria de sub curba $p = f(Z)$.

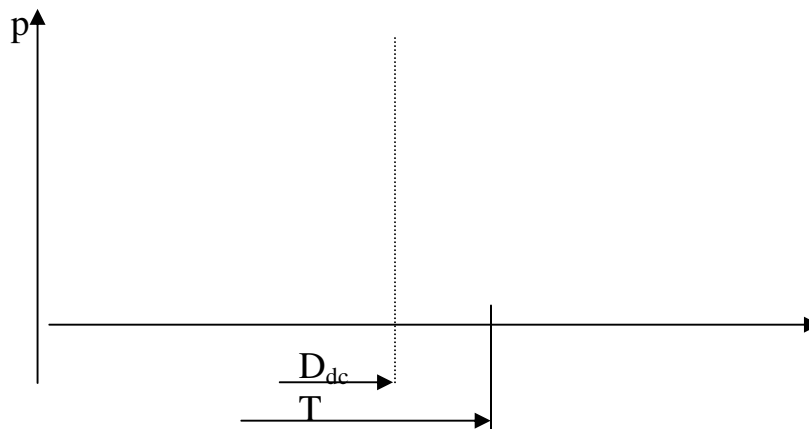


Figura 3.13. Distribuția normală (Gauss) a duratei ultimului eveniment

unde $Z = \frac{T - D_{DC}}{\sqrt{\sigma_m^2}}$ variabila redusă

$$\sigma_m^2 = \sum_{DC} \sigma_{ij}^2$$

Nivelarea resurselor și optimizarea grafului

Demersul parcurs până la această etapă permit o primă caracterizare a desfășurării în timp a procesului complex - proiect, caracterizare constând în:

- durata totală a realizării proiectului,
- lista activităților critice și a termenelor obligatoriu de respectat,
- parametrii (termene, marje, rezerve) activităților componente ale proiectului,
- gradul de utilizare al resurselor, intensitatea lucrărilor și locurile înguste,

căutând alternative de:

- repartizare uniformă a resurselor în timp;
- limitare a consumului peste o limită disponibilă;
- cum să se utilizează graficul Gantt;
- de glisare a activităților necritice în funcție de rezervă astfel încât să nu se depășească resursele disponibile.

Optimizarea proiectului în sensul reducerii duratei de realizare a lui, atunci când aceasta se cere prin existența unei cereri ferme de asigurare a unui termen final planificat mai mic, se orientează după valorile marjelor evenimentelor, în ordine descrescătoare și cele ale rezervelor activităților, în ordine crescătoare.

În acest scop, se recomandă parcurgerea următorilor pași:

- Se analizează structura graficului rețea în sensul oportunității tuturor activităților și în cel al condițiilor de obligativitate a succesiunii acestora.

Este posibil a găsi o variantă a modelului cu mai multe activități desfășurate în paralel.

- Se stabilesc cele mai raționale măsuri de scurtare a duratelor activităților critice și obținerea unei durate totale de execuție egală cu cea planificată. Se caută în primul rând o mai bună utilizare a resurselor interne și a celor de natură intensivă.
- O altă cale a reducerii duratei activităților, o constituie modificarea proiectului prin apelarea la schimbarea soluțiilor constructive și/sau tehnologice ale componentelor sale.
- Dacă măsurile anterioare se dovedesc a fi insuficiente, se poate apela la alocări de resurse suplimentare, externe și de natură extensivă sau modificarea termenului final planificat.