

## Capitolul 4

# Reprezentarea proiectelor prin procedeul A°N

### 4.1 Introducere

O diagramă asociată unui proiect constă în primul rând în divizarea proiectului în acțiuni și/sau procese care sunt părți componente la un nivel de detaliere care să permită corelarea logică și tehnologică a acestora, adică să facă posibilă stabilirea interacțiunilor între acestea. Aceste părți componente sunt activitățile proiectului.

În definirea acestor activități specialistul (specialiștii) care participă la această operație folosesc propria experiență pentru a răspunde, pentru fiecare activitate, la întrebările:

- ce alte activități succed sau preced în mod necesar această activitate? Care este natura dependențelor?
- care este durata activității?
- ce resurse sunt necesare?

Prin descompunerea acestui proiect în activitățile sale se permite o analiză amănunțită a desfășurării lui, alegerea variantei optime de execuție, determinarea cu anticipație a duratei minime de execuție și un control continuu al evoluției sale.

Între activitățile proiectului se definesc diverse relații de dependență, care sunt corespunzătoare tehnologiei specifice proiectului. Se spune că o activitate B depinde de activitatea A dacă începerea execuției activității B este condiționată de începerea execuției activității A.

Prin urmare, unui proiect îi asociem o listă de activități.

O listă de activități trebuie să conțină cel puțin elementele:

- *activități*: se enumeră activitățile proiectului, fiind puse în evidență printr-o denumire sau printr-un simbol (codul activității);
- *condiționări*: se precizează pentru fiecare activitate de care activități este dependentă, date prin simbolurile lor; activitățile de start nu depind de nici o altă activitate;
- *durata* de execuție într-o anumită unitate de măsură

### 4.2 Reguli de construire a rețelei A°N

O activitate este reprezentată printr-un dreptunghi și acesta este un nod în diagrama asociată proiectului.

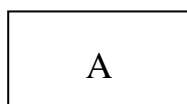


Figura 4.1.

Această diagramă este denumită diagrama A°N – unde activitatea (A) este compusă cu un nod (N).

O interdependență între activități este dată în figura 4.2., unde activitatea B depinde de activitatea A.

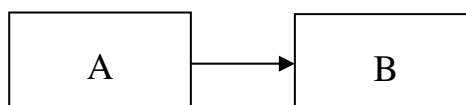


Figura 4.2.

În figura 4.3. și 4.4. sunt reprezentate unele dependențe între mai multe activități.

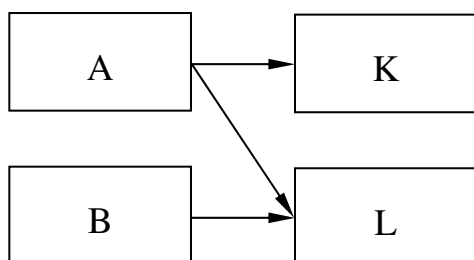


Figura 4.3.

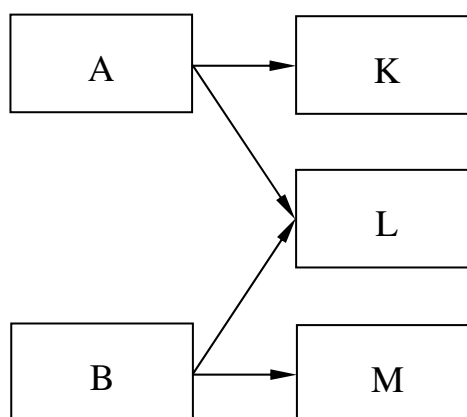


Figura 4.4.

În diagrama din figura 4.3. activitatea K depinde de activitatea A iar activitatea L depinde de activitățile A și B. În diagrama din figura 4.4 activitatea K depinde de activitatea A, activitatea L depinde de activitățile A și B iar activitatea M depinde de activitatea B.

Diagramele A°N permit utilizarea metodei potențialelor (M°P) având în vedere o *dependență în timp*, prin *timpul care trebuie să se scurgă între startul unei activități și startul unei activități succesoare*. Aceasta permite o flexibilitate în etalarea intercondiționărilor între activități și constituie un avantaj al utilizării metodei potențialelor. Acest tip de dependență în care timpul este o valoare pozitivă este o *restricție pozitivă* (privește startul unei activități succesoare). O *restricție negativă* poate fi încorporată în diagramă în cazul în care *intervalul între terminarea activității A și startul activității B trebuie să nu depășească o mărime x*. Această valoare a restricției negative, în practică, este mai mult aparentă decât reală. Activitatea cu durată strict negativă permite începerea unei activități reale înainte de terminarea unei alte activități reale precedente.

În reprezentarea A°N durata activității este inclusă în nod (figura 4.5.).

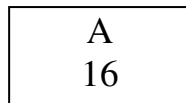


Figura 4.5.

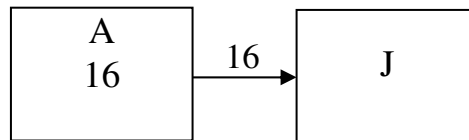


Figura 4.6.

În figura 4.6. activitatea J poate să înceapă numai când activitatea A este terminată. Pe arcul care leagă cele două activități este precizată o perioadă de timp egală cu durata activității A. Activitatea J începe după 16 unități de timp de la startul activității A. O astfel de restricție pozitivă este și în cazul diagramei din figura 4.7. Activitatea A durează 10 unități de timp, precede activitatea B cu durata 5 unități de timp și activitatea B poate fi capabilă să înceapă după o unitate de timp de la începerea activității A. Activitatea B se termină înainte de terminarea predecesorului A.

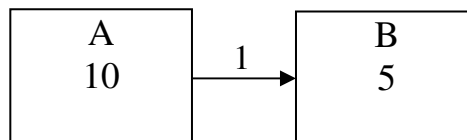


Figura 4.7.

De asemenea, în figura 4.8. se prezintă o multidependență de tip "scară". Trei activități P, R, S sunt întrerupte în trei componente: start, continue și finish.

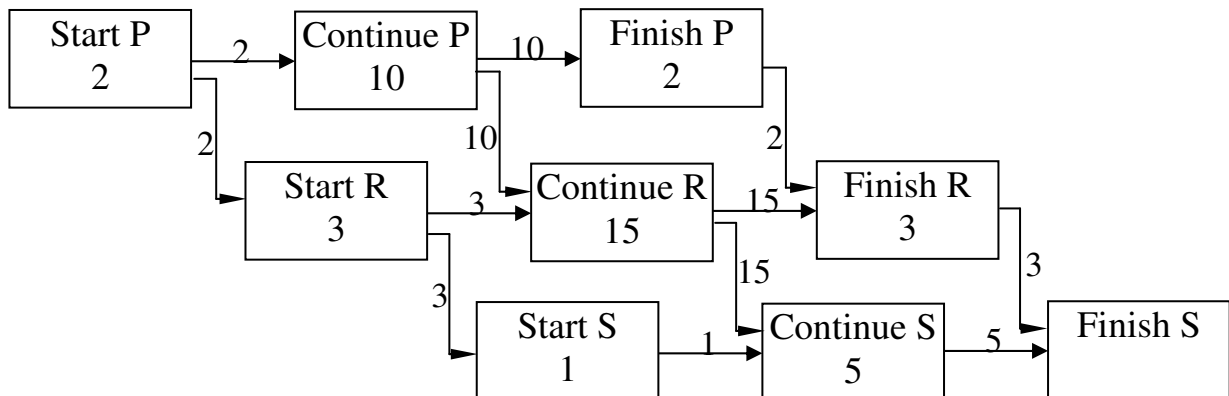


Figura 4.8.

O activitate *hamac* este o activitate care leagă două noduri și care poate fi privită ca un interval între două sau mai multe activități. Acestei activități i se afectează o durată prealabilă calculului termenelor, dar durata ei rezultă din calcule și este egală cu diferența între termenul de realizare a nodului final și termenul de realizare a nodului inițial.

Diagramele A°N au avantajul că *nu necesită introducerea activităților fictive*. Excepție face nodul de start și nodul final care reprezintă activitățile fictive cu durata zero. Sistemele de calcul moderne acceptă un proiect cu mai multe activități de start și, de asemenea, cu mai multe activități finale, dacă acestea sunt specificate.

Într-o diagramă A°N *nu sunt acceptate* circuitele și nodurile suspendate, considerându-le ca situații imposibile. Dacă activitatea R depinde de activitatea Q, activitatea Q depinde de activitatea P și aceasta depinde de activitatea R s-a format un circuit. O activitate (nod) este suspendată dacă nu este o activitate finală și nu implică nici un succesori.

### 4.3 Calculul termenelor

#### 4.3.1 Simbolul pentru nod

Utilizând recomandările BS 4335/1987 simbolurile utilizate pentru o activitate (Nod) în metoda potențialelor sunt prezentate în figura 4.9. Termenele EST și LST vor fi definite în continuare.

EST	LST
Cod, descriere, resurse etc	
Durata	Rezerva totală

Figura 4.9.

#### 4.3.2 Mersul înainte

Durata totală a unui proiect TPT (the total project time) este intervalul cel mai scurt de timp în care proiectul poate fi terminat și aceasta este determinată de secvența (secvențele) activităților numită *drum critic*. Pentru a calcula durata totală a unui proiect (TPT) se efectuează "mersul înainte" în diagrama proiectului și se calculează pentru fiecare activitate termenul de start (de începere) cel mai devreme EST (earliest start time). Este recomandat ca acest timp (EST) să fie trecut în boxa stânga-sus a nodului, așa cum se vede în figura 4.9. Vom exemplifica acest calcul al termenului EST pe diagrama din figura 4.10.

1. Rețeaua începe cu un nod de start care reprezintă o activitate cu durata 0. Aceasta este *activitatea de start*.

2. Atribuim nodului de start valoarea EST = 0. În acest caz termenele sunt calculate în termene relative. Se poate atribui o valoare  $x$  termenului EST(start) dar putem adăuga mărimea  $x$  și după ce am calculat rețeaua.

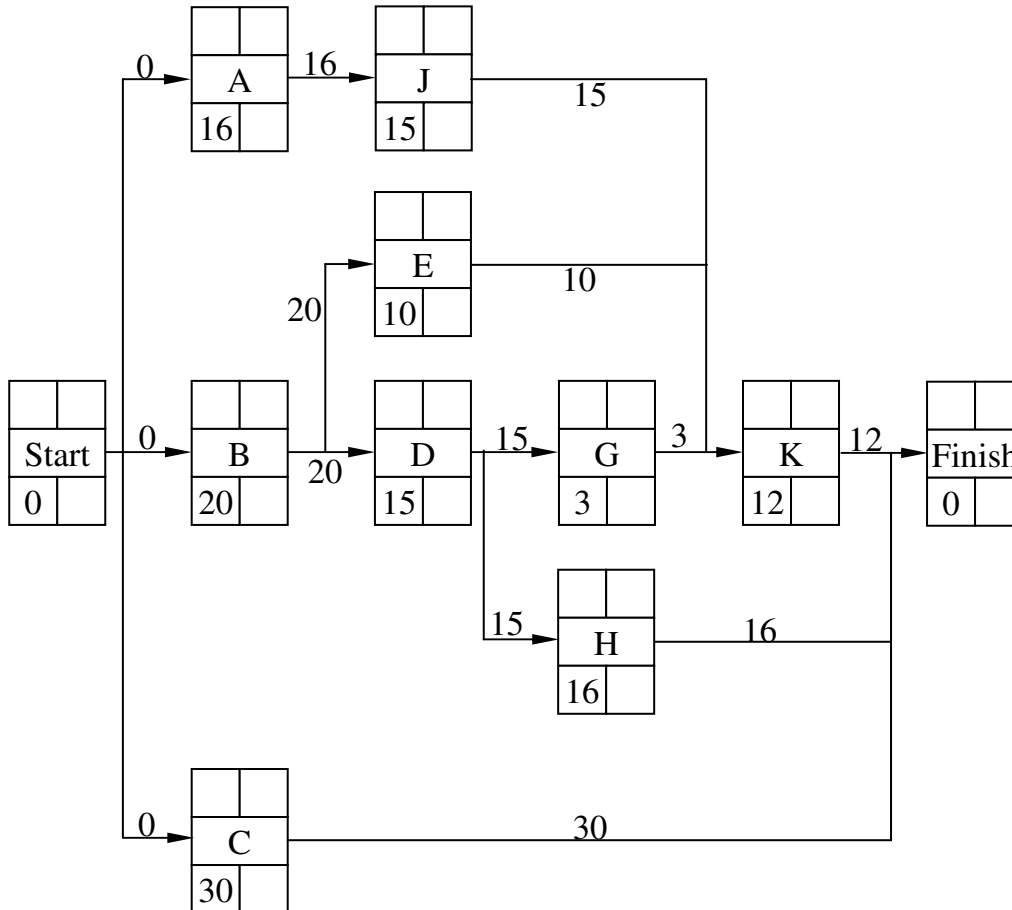


Figura 4.10.

3. Pentru activități succesive termenul EST al activității succesive se calculează adunând termenul EST al activității precedente și timpul de dependență. De exemplu, activitatea J este precedată de activitatea A care are  $EST(A) = 0$ . Timpul de dependență între ele este de 16 săptămâni. Deci  $EST(J) = 0 + 16 = 16$  săptămâni.
4. Trei activități J, E și G converg spre activitatea K. Termenul EST(K) este cea mai mare sumă dintre termenul EST al activităților precedente și timpul de dependență, notat  $t_{JK}$ ,  $t_{EK}$ ,  $t_{GK}$ :

$$EST(K) = \max\{EST(J) + t_{JK}, EST(E) + t_{EK}, EST(G) + t_{GK}\} = \\ = \max\{16 + 15, 20 + 10, 3 + 3\} = \max\{31, 30, 38\} = 38 \text{ săptămâni}$$

Pentru că activitățile K, H și C sunt activități finale, ele sunt legate la un nod final, deci o activitate fictivă cu durata zero.

$$EST(\text{Finish}) = \max\{EST(K) + 12, EST(H) + 16, EST(C) + 30\} = \\ = \max\{38 + 12, 35 + 16, 0 + 30\} = \max\{50, 51, 30\} = 51 \text{ săptămâni}$$

Acest calcul înainte, prezentat în etapele 3 și 4, poate fi urmărit în figura 4.11.

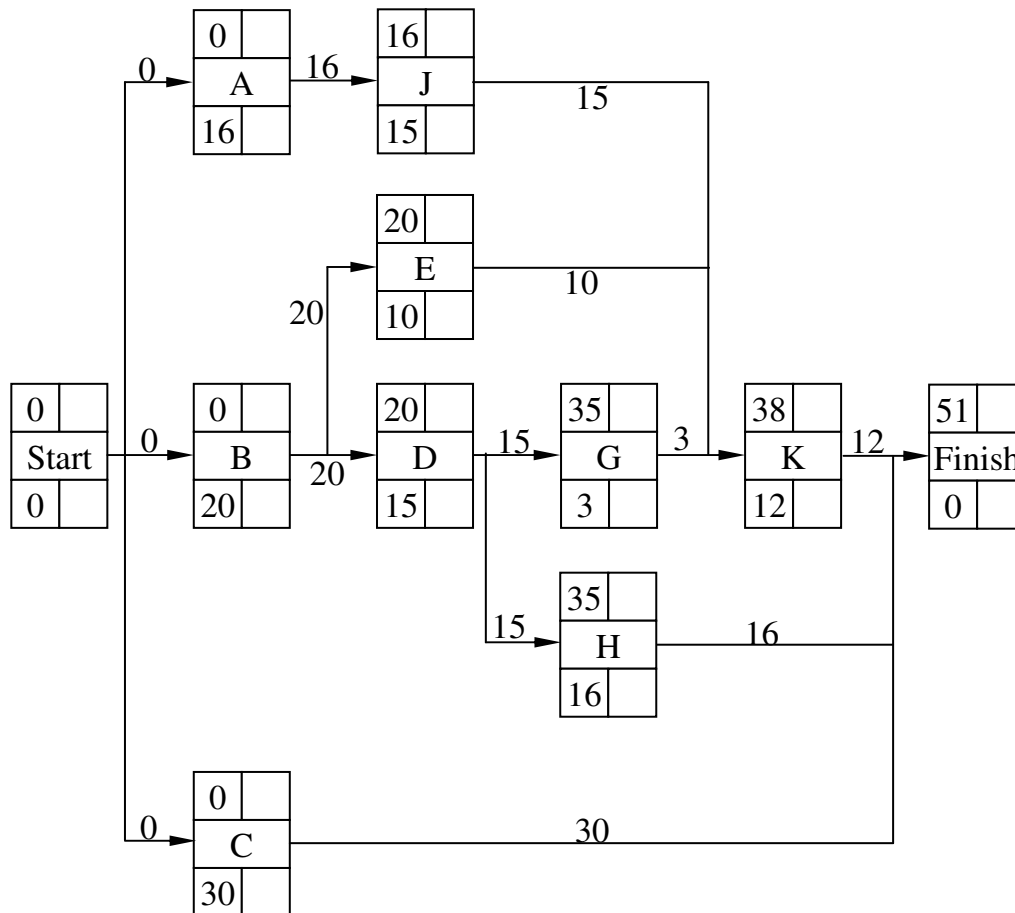


Figura 4.11.

5. Dacă se cere să se calculeze termenul de terminare cel mai devreme EFT (the earliest finish time) pentru fiecare activitate, se aplică relația:

$$EFT = EST + d$$

adică termenul de terminare cel mai devreme EFT este egal cu termenul de începere cel mai devreme plus durata activității. De exemplu, pentru activitatea K avem:

$$EFT(K) = EST(K) + d(K) = 38 + 12 = 50 \text{ săptămâni}$$

unde prin  $d(K)$  am notat durata activității K.

6. Pentru că activitatea de final are durata zero, termenul EST pentru această activitate reprezintă intervalul de timp cel mai devreme în care poate fi terminat proiectul.

Prin urmare:

$$TPT = 51 \text{ săptămâni}$$

### 4.3.3 Mersul înapoi

Drumul critic poate fi determinat efectuând mersul înapoi în rețeaua asociată proiectului, calculând termenul de începere cel mai târziu LST(latest start time) pentru fiecare activitate. Se recomandă ca termenul LST să fie scris în boxa dreapta-sus a fiecărui nod (figura 4.9.)

7. Mersul înapoi începe cu finalul rețelei, adică de la activitatea finală.
8. Atribuim activității finale un termen LST egal cu termenul EST al acesteia. Acest fapt este echivalent cu declarația că proiectul va fi terminat cel mai repede posibil ( $LST(\text{Finish}) = EST(\text{Finish}) = TPT$ )
9. Pentru activități succesive, termenul LST pentru activitatea precedentă se calculează scăzând timpul de dependență din termenul LST al activității 0 succesoare. De exemplu:

$$\begin{aligned} LST(K) &= LST(\text{Finish}) - t_{K\text{finish}} = 51 - 12 = 39 \text{ săptămâni} \\ LST(A) &= LST(J) - t_{AJ} = 24 - 16 = 8 \text{ săptămâni} \end{aligned}$$

10. Două activități G și H depind de activitatea D. Termenul LST(D) este cea mai mică diferență între termenele LST al activităților G și H și timpii de dependență:

$$LST(D) = \min\{LST(G) - t_{DG}, LST(H) - t_{DH}\}$$

Prin urmare:

$$LST(D) = \min\{36 - 15, 35 - 15\} = \min\{21, 20\} = 20 \text{ săptămâni}$$

În final, pentru activitatea de start, avem:

$$\begin{aligned} LST(\text{Start}) &= \min\{LST(A) - t_{\text{StartA}}, LST(B) - t_{\text{StartB}}, LST(C) - t_{\text{StartC}}\} = \\ &= \min\{8 - 0, 0 - 0, 21 - 0\} = 0 \text{ săptămâni} \end{aligned}$$

Acest calcul înapoi, prezentat în etapele 9 și 10, poate fi urmărit în figura 4.12.

11. Dacă se cere, se calculează și termenul de terminare cel mai târziu LFT(the latest finish time) pentru fiecare activitate, conform relației:

$$LFT = LST + d$$

adică termenul de terminare cel mai târziu LFT este egal cu termenul de începere cel mai târziu plus durata activității. De exemplu, pentru activitatea E avem:

$$LFT(E) = LST(E) + d(E) = 29 + 10 = 39 \text{ săptămâni}$$

Fiind un calcul simplu, se recomandă ca acest termen (LFT) să nu mai fie scris în nod.

12. Drumul critic este dat de acele activități pentru care termenul EST și termenul LFT este același. Acest test este aplicat dacă în nodul final s-a considerat EST = LST. În cazul figurii 4.12. drumul critic este reprezentat cu linie dublată, adică:

Start – Activitatea B – Activitatea D – Activitatea H – Finish

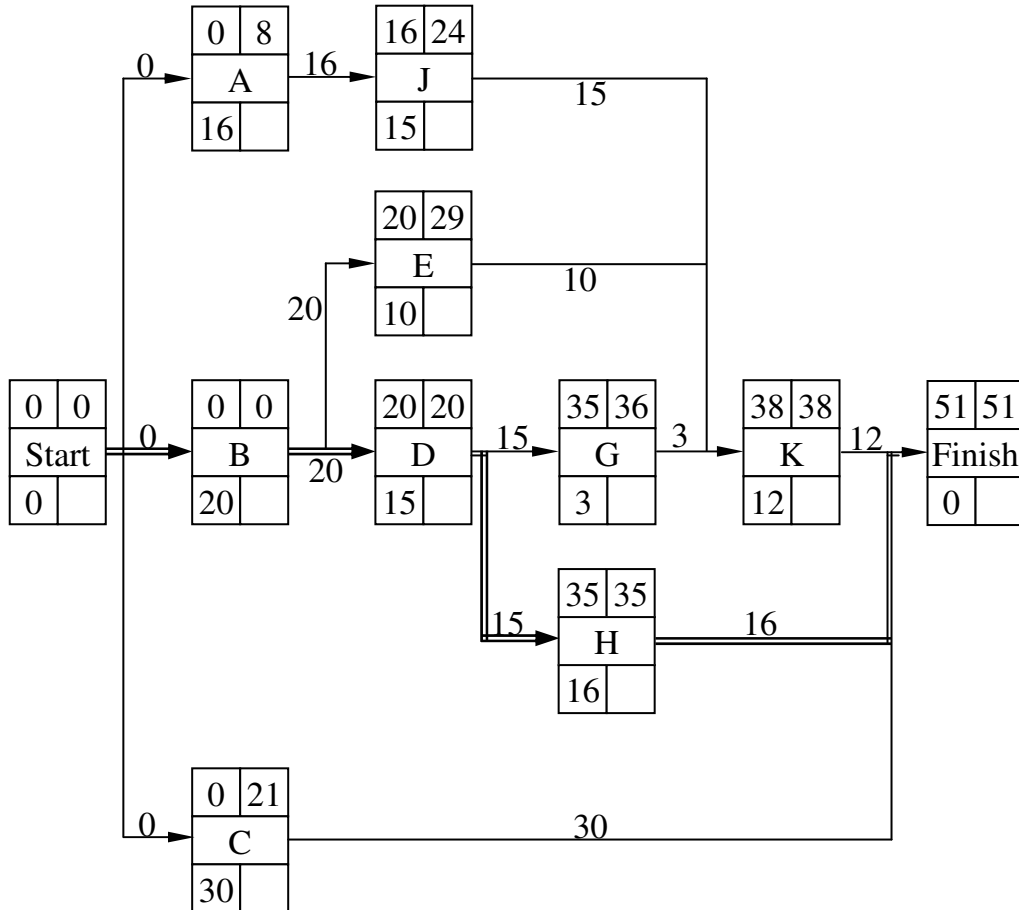


Figura 4.12.

Rețelei A<sup>o</sup>N din figura 4.12. i se asociază un tabel cu termenele calculate (tabelul 4.1.):

Descrierea activității	Durata (săptămâni)	Termene de începere		Termene de terminare		Rezerva totală
		EST	LST	EFT	LFT	
A	16	0	8	16	24	8
B	20	0	0	20	20	0
C	30	0	21	30	51	21
D	15	20	20	35	35	0
E	10	20	29	30	39	9
G	3	35	36	38	39	1
H	16	35	35	51	51	0
J	15	16	24	31	39	8
K	12	38	39	50	51	1



### 4.3.4 Rezerva totală

Numim rezervă totală de timp intervalul de timp cu care o activitate poate fi extinsă sau amânată fără a afecta durata totală a proiectului TPT.

Prin urmare, rezerva totală de timp poate fi utilizată pentru amânarea începutului (deci și a terminării) unei activități sau poate fi utilizată pentru a crește durata de execuție a unei activități. Rezerva totală de timp se calculează cu relația:

$$\text{Rezerva totală} = \text{Termenul de începere cel mai târziu} - \text{Termenul de începere cel mai devreme}$$

sau cu relația:

$$\text{Rezerva totală} = \text{Termenul de terminare cel mai târziu} - \text{Termenul de terminare cel mai devreme}$$

De exemplu, activitatea E are rezerva totală:

$$\text{Rezerva totală} = \text{LST} - \text{EST} = 29 - 20 = 9 \text{ săptămâni}$$

Consumarea rezervei totale nu afectează durata totală a proiectului dar amână începutul tuturor activităților succesoare. În cazul reprezentării A°N nu se poate calcula rezerva liberă. În figura 4.13, în fiecare nod (activitate) este trecută și rezerva totală.

De asemenea, rezervele totale de timp sunt trecute și în tabelul 4.1.

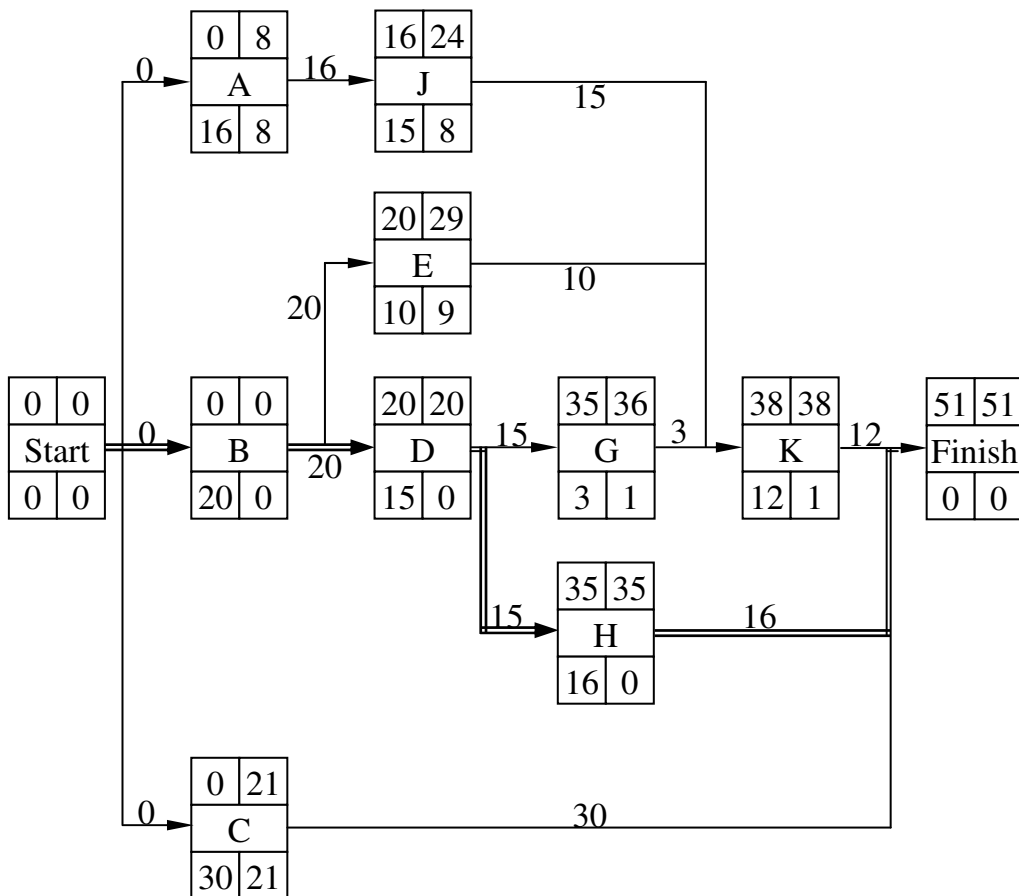


Figura 4.13.

#### 4.4 Patru dependențe

Sistemul activitate-nod (A<sup>o</sup>N) a fost descris considerând ca esențială relația dintre activități: startul unei activități depinde de starturile activităților precedente. Începând cu 1960, prin "System 360 Project Control System" sunt utilizate multiple dependențe incluse în "rețele de precedență" sau "diagrame de precedență". Vom descrie în continuare patru tipuri de dependență:

1. *Finish-to-start* (sau normală). O astfel de dependență este redată în figura 4.14. Activitatea B nu poate începe decât după cel puțin  $\alpha$  unități de timp după terminarea activității A. Dacă activitatea B poate să urmeze imediat după activitatea A atunci  $\alpha = 0$  și, de obicei, este ignorat.

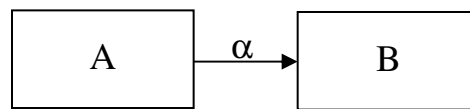


Figura 4.14.

2. *Start-to-start*. O astfel de dependență este redată în figura 4.15. Activitatea B nu poate începe decât după cel puțin  $\beta$  unități de timp de la începerea activității A. În situația când  $\beta > 0$  începutul activității B este întârziat după începutul activității A. Această dependență mai este numită și relație "întârziere-start" (lay-start). Dacă  $\beta = 0$  acesta este ignorat și cele două activități pot începe simultan.

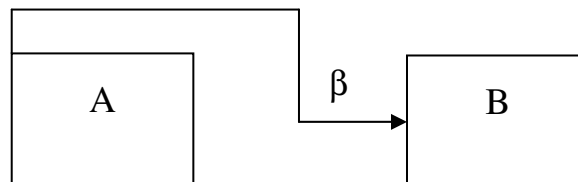


Figura 4.15.

3. *Finish-to-finish*. O astfel de dependență este redată în figura 4.16. Activitatea B nu se poate termina decât după cel puțin  $\gamma$  unități de timp după terminarea activității A. În situația când  $\gamma > 0$  terminarea activității B este întârziată după terminarea activității A. Această dependență mai este numită și relație

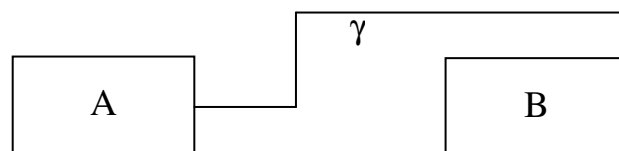


Figura 4.16.

"întârziere-finish" (lay-finish). Dacă  $\gamma = 0$  acesta este ignorat și cele două activități se pot termina simultan.

4. *Start-to-finish*. În figura 4.17. cel puțin  $\delta$  unități de timp trebuie să se scurgă de la începutul activității A până la terminarea activității B

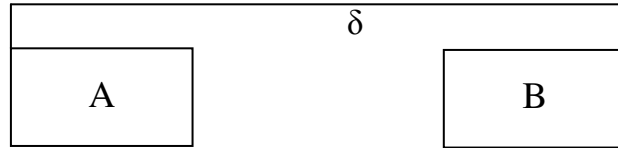


Figura 4.17.

## 4.5 Calculul termenelor

### 4.5.1 Finish-to-Start

Trei activități A, B și C cu duratele 5, 10 și 15 preced activitatea Q cu durata 20. Q nu poate începe decât după cel puțin 13 unități de timp după terminarea lui A, de asemenea după 10 unități de timp după terminarea activității B și 14 unități de timp după terminarea activității C. Termenele de începere cel mai devreme (EST) pentru activitățile A, B și C sunt 10, 12 respectiv 14. Calculele privind această situație pot fi urmărite în figura 4.18.

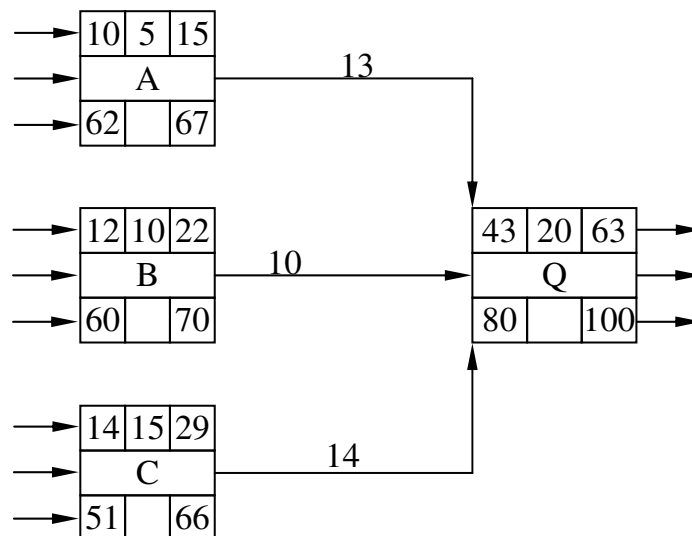


Figura 4.18.

Termenele  $EST(A)$ ,  $EST(B)$  și  $EST(C)$  sunt determinate prin calculația "mers înainte". Apoi:

$$EFT(A) = EST(A) + d(A) = 10 + 5 = 15$$

$$EFT(B) = EST(B) + d(B) = 12 + 10 = 22$$

$$EFT(C) = EST(C) + d(C) = 14 + 15 = 29$$

Termenul cel mai devreme de începere al activității Q,  $EST(Q)$ , se obține ca cea mai mare sumă între termenele EST ale activităților precedente și timpii lor de dependență (durata + întârzierea):

$$\begin{aligned} \text{EST}(Q) &= \max\{\text{EST}(A) + t_{AQ}, \text{EST}(B) + t_{BQ}, \text{EST}(C) + t_{CQ}\} \\ &= \max\{\text{EST}(A) + d(A) + t_{AQ}, \text{EST}(B) + d(B) + t_{BQ}, \text{EST}(C) + d(C) + t_{CQ}\} \\ &= \max\{\text{EFT}(A) + \alpha_{AQ}, \text{EFT}(B) + \alpha_{BQ}, \text{EFT}(C) + \alpha_{CQ}\} \\ &= \max\{15 + 13, 22 + 10, 29 + 14\} = \max\{28, 32, 43\} = 43 \end{aligned}$$

Pentru că durata activității Q este de 20 avem:

$$\text{EFT}(Q) = \text{EST}(Q) + d(Q) = 43 + 20 = 63$$

Termenul LST(Q) al activității Q a fost determinat prin calculația "mers înapoi" și este de 80 unități de timp. Avem  $\text{LFT}(Q) = \text{LST}(Q) + d(Q) = 80 + 20 = 100$ . De asemenea:

$$\text{LST}(A) = \text{LST}(Q) - t_{AQ} = \text{LST}(Q) - d(A) - \alpha_{AQ} = 80 - 5 - 13 = 62$$

$$\text{LST}(B) = \text{LST}(Q) - t_{BQ} = \text{LST}(Q) - d(B) - \alpha_{BQ} = 80 - 10 - 10 = 60$$

$$\text{LST}(C) = \text{LST}(Q) - t_{CQ} = \text{LST}(Q) - d(C) - \alpha_{CQ} = 80 - 15 - 14 = 51$$

iar:

$$\text{LFT}(A) = \text{LST}(A) + d(A) = 62 + 5 = 67$$

$$\text{LFT}(B) = \text{LST}(B) + d(B) = 60 + 10 = 70$$

$$\text{LFT}(C) = \text{LST}(C) + d(C) = 51 + 15 = 66$$

#### 4.5.2 Start-to-Start

Vom considera aceleași activități, conform figurii 4.19, dar cu dependențe de tip start-to-start.

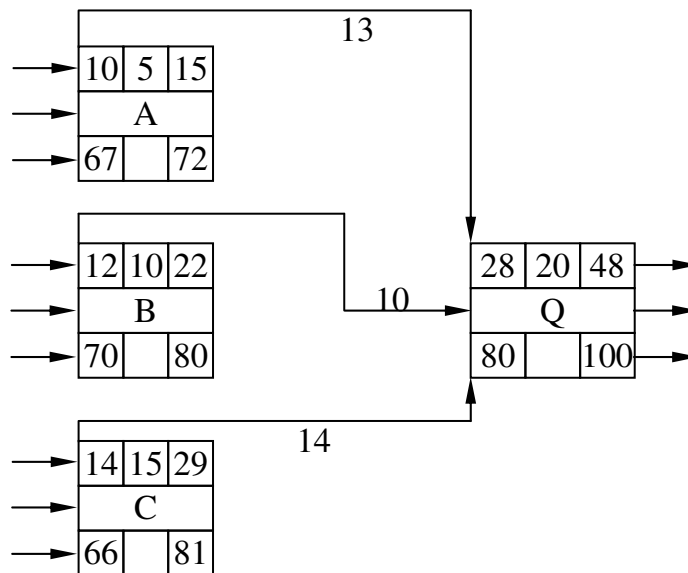


Figura 4.19.

Termenul EST(A), EST(B) și EST(C) sunt determinate prin calculația "mers înainte". Apoi:

$$\text{EFT}(A) = \text{EST}(A) + d(A) = 10 + 5 = 15$$

$$\text{EFT}(B) = \text{EST}(B) + d(B) = 12 + 10 = 22$$

$$EFT(C) = EST(C) + d(C) = 14 + 15 = 29$$

Termenul cel mai devreme de începere al activității Q, EST(Q), se obține ca cea mai mare sumă între termenele EST ale activităților precedente și timpii lor de dependență:

$$\begin{aligned} EST(Q) &= \max\{EST(A) + t_{AQ}, EST(B) + t_{BQ}, EST(C) + t_{CQ}\} \\ &= \max\{EST(A) + \beta_{AQ}, EST(B) + \beta_{BQ}, EST(C) + \beta_{CQ}\} \\ &= \max\{10 + 13, 12 + 10, 14 + 14\} = \max\{23, 22, 28\} = 28 \end{aligned}$$

$$EFT(Q) = EST(Q) + d(Q) = 28 + 20 = 48$$

Termenul LST(Q) al activității Q a fost determinat prin calculația "mers înapoi" și este de 80 unități de timp. Avem  $LFT(Q) = LST(Q) + d(Q) = 80 + 20 = 100$ . De asemenea:

$$LST(A) = LST(Q) - \beta_{AQ} = 80 - 13 = 67$$

$$LST(B) = LST(Q) - \beta_{BQ} = 80 - 10 = 70$$

$$LST(C) = LST(Q) - \beta_{CQ} = 80 - 14 = 66$$

iar:

$$LFT(A) = LST(A) + d(A) = 67 + 5 = 72$$

$$LFT(B) = LST(B) + d(B) = 70 + 10 = 80$$

$$LFT(C) = LST(C) + d(C) = 66 + 15 = 81$$

### 4.5.3 Finish-to-Finish

Se studiază acest caz pe figura 4.20.

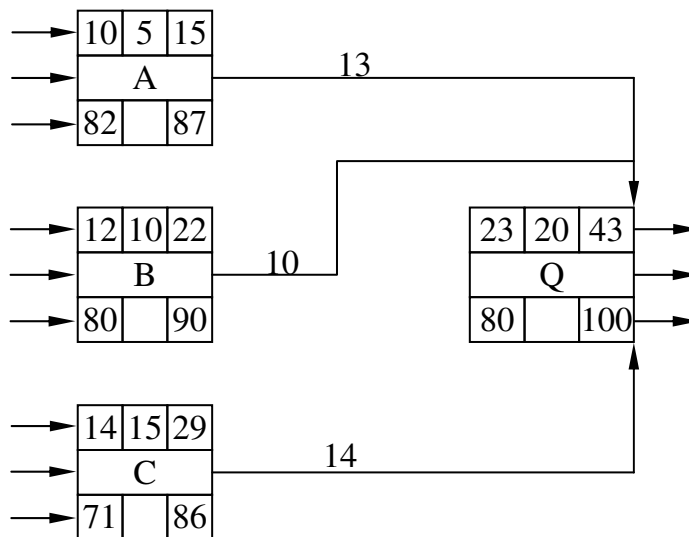


Figura 4.20.

$$\begin{aligned} EFT(Q) &= \max\{EST(A) + t_{AQ}, EST(B) + t_{BQ}, EST(C) + t_{CQ}\} \\ &= \max\{EST(A) + d(A) + \gamma_{AQ}, EST(B) + d(B) + \gamma_{BQ}, EST(C) + d(C) + \gamma_{CQ}\} \\ &= \max\{10 + 5 + 13, 12 + 10 + 10, 14 + 15 + 14\} = \max\{28, 32, 43\} = 43 \\ EST(Q) &= EFT(Q) - d(Q) = 43 - 20 = 23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LFT(A)} &= \text{LFT(Q)} - \gamma_{\text{AQ}} = 100 - 13 = 87 \\ \text{LFT(B)} &= \text{LFT(Q)} - \gamma_{\text{BQ}} = 100 - 10 = 90 \\ \text{LFT(C)} &= \text{LFT(Q)} - \gamma_{\text{CQ}} = 100 - 14 = 86 \\ \text{LST(A)} &= \text{LFT(A)} - d(\text{A}) = 87 - 5 = 82 \\ \text{LST(B)} &= \text{LFT(B)} - d(\text{B}) = 90 - 10 = 80 \\ \text{LST(C)} &= \text{LFT(C)} - d(\text{C}) = 86 - 15 = 71 \end{aligned}$$

#### 4.5.4 Start-to-Finish

Studiem această dependență pe figura 4.21.

$$\begin{aligned} \text{EFT(Q)} &= \max\{\text{EST(A)} + t_{\text{AQ}}, \text{EST(B)} + t_{\text{BQ}}, \text{EST(C)} + t_{\text{CQ}}\} \\ &= \max\{\text{EST(A)} + \delta_{\text{AQ}}, \text{EST(B)} + \delta_{\text{BQ}}, \text{EST(C)} + \delta_{\text{CQ}}\} \\ &= \max\{10 + 13, 12 + 10, 14 + 14\} = \max\{23, 22, 28\} = 28 \\ \text{EST(Q)} &= \text{EFT(Q)} - d(\text{Q}) = 28 - 20 = 8 \\ \text{LST(A)} &= \text{LFT(Q)} - \delta_{\text{AQ}} = 100 - 13 = 87 \\ \text{LST(B)} &= \text{LFT(Q)} - \delta_{\text{BQ}} = 100 - 10 = 90 \\ \text{LST(C)} &= \text{LFT(Q)} - \delta_{\text{CQ}} = 100 - 14 = 86 \\ \text{LFT(A)} &= \text{LST(A)} + d(\text{A}) = 87 + 5 = 92 \\ \text{LFT(B)} &= \text{LST(B)} + d(\text{B}) = 90 + 10 = 100 \\ \text{LFT(C)} &= \text{LST(C)} + d(\text{C}) = 86 + 15 = 101 \end{aligned}$$

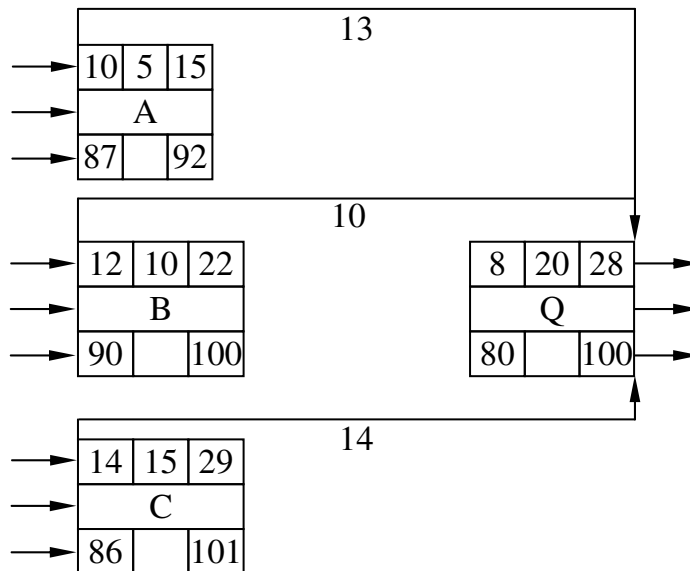


Figura 4.21.

#### 4.5.5 Finish-to-Start + Finish-to-Finish

O activitate L cu durata 10 este în dependență finish-to-start cu activitatea J (durata = 12, EST = 13 și întârziere = 1) și în relație finish-to-finish cu activitatea K (durata = 12, EST = 13 și întârziere = 6) ca în figura 4.22.

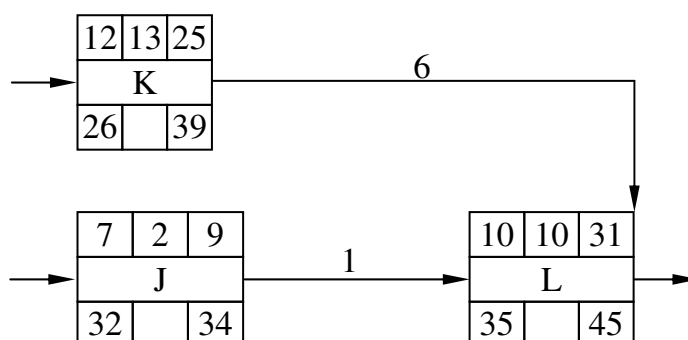


Figura 4.22.

Termenul cel mai devreme de începere al activității L se calculează astfel:

$$EFT(L) = EST(K) + d(K) + t_{KL} = 12 + 13 + 6 = 31$$

$$EST(L) = EST(J) + d(J) + t_{JL} = 7 + 2 + 1 = 10$$

$$EFT(L) = EST(L) + d(L) = 10 + 10 = 20$$

$$EFT(L) = \max\{20, 31\} = 31$$

$$EST(L) = EFT(L) - d(L) = 31 - 10 = 21$$

$$EST = \min\{10, 21\} = 10$$

Conform mersului înapoi, avem următoarele calcule pentru K și J:

$$LFT(L) = 45 \Rightarrow LST(L) = 45 - 10 = 35$$

$$LFT(J) = LST(L) - t_{JL} = 35 - 1 = 34$$

$$LST(J) = LFT(J) - d(J) = 34 - 2 = 32$$

$$LFT(K) = LFT(L) - t_{KL} = 45 - 6 = 39$$

$$LST(K) = LFT(K) - d(K) = 39 - 13 = 26$$

#### 4.5.6 Condiționare început și sfârșit întârziat (lag-start, lag-finish)

Considerăm situația din figura 4.23 unde sunt prezentate două tipuri de dependențe start-to-start și finish-to-finish. Activitatea B nu poate începe decât după 2 unități de timp de la începerea activității A și B nu se poate termina decât după o unitate de timp de la terminarea lui A. Activitatea C este în aceeași situație față de activitatea B.

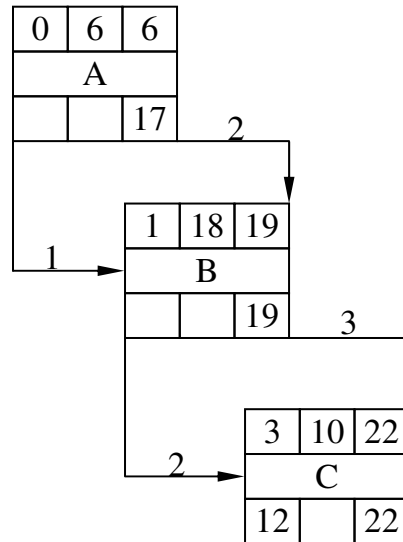


Figura 4.23

Presupunem  $EST(A) = 0$ , deci  $EFT(A) = 0 + 6 = 6$

$$EST(B) = EST(A) + t_{AB} = 0 + 1 = 1$$

$$EFT(B) = \max\{EST(B) + d(B), EFT(A) + t_{AB}\} = \max\{1 + 18, 6 + 2\} = 19$$

$$EST(C) = EST(B) + t_{BC} = 1 + 2 = 3$$

$$EFT(C) = \max\{3 + 10, 19 + 3\} = 22$$

Prin urmare, durata acestei condiționări este 22

Fie  $LFT(C) = 22$ . Vom avea  $LST(C) = 22 - 10 = 12$  și:

$$LFT(B) = LFT(C) - t_{BC} = 22 - 3 = 19$$

$$LST(B) = \min\{19 - 18, 12 - 2\} = 1$$

$$LFT(A) = 19 - 2 = 17$$

$$LST(A) = \min\{17 - 6, 1 - 1\} = 0$$

#### 4.5.7 Rezerva de timp

Rezerva de timp este definită ca un timp disponibil pentru o activitate care poate fi adăugat la durata sa. Pentru o activitate N cu durata  $d$  avem:

$$\text{Timp disponibil} = LFT - EST$$

$$\text{Rezerva de timp} = LFT - EST - d$$

De exemplu, pentru activitatea L din figura 4.22. rezerva de timp va fi:



$$\text{Rezerva de timp} = 45 - 10 - 10 = 25$$

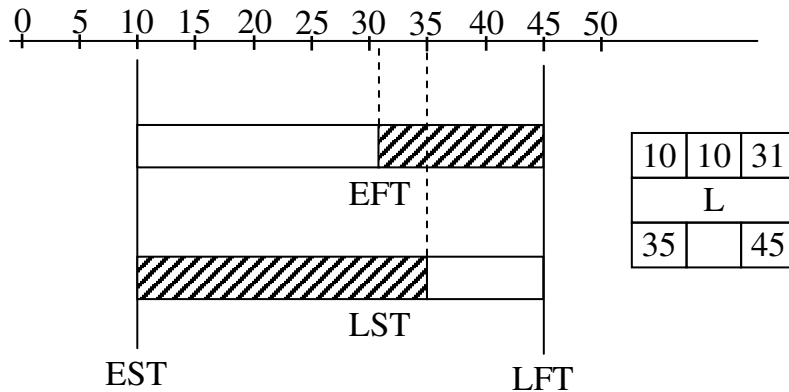


Figura 4.24

În reprezentarea A°N rezerva liberă nu poate fi calculată direct pe diagramă, dar în general este utilizată rezerva totală de timp. În acest caz, pot fi calculate două rezerve (înainte și după):

$$\text{Early total float} = \text{LFT} - \text{EFT}$$

$$\text{Later total float} = \text{LST} - \text{EST}$$

#### 4.5.8 Un nou simbol în A°N

O versiune mai târzie dată de British Standard BS 4335 face o recomandare pentru compartimentarea unui nod în reprezentarea A°N, reprezentat în figura 4.25.

EST	Durata	EFT
Descriere activitate Resurse cerute.		
LST	Rezerva	LFT

Figura 4.25.

#### 4.6 Diagrama Gantt

Diagrama Gantt exprimă la scara timpului, prin linii orizontale durata activităților și prin linii întrerupte (de exemplu) rezervele de timp. Diagrama Gantt presupune divizarea proiectului în părți componente (activități) și eșalonarea acestora în timp, ținând seama de succesiunea tehnologică, de termenele calculate etc.

Dacă este întocmit în urma unei analize temeinice, graficul Gantt oferă informații bogate și extrem de sugestiv prezentate privind desfășurarea lucrărilor, precum și unele informații derivate privind eșalonarea resurselor. Aceste avantaje scad datorită fie amplitudinii proiectului, fie nivelului de detaliere.

O diagramă Gantt reprezintă o situație la termene de începere cel mai devreme sau cel mai târziu. În figura 4.26. este prezentat graficul Gantt pentru proiectul 4.13. sortată la

## Reprezentarea proiectelor prin procedeul A<sup>o</sup>N

termenul de începere cel mai devreme (EST). Drumul critic este prezent în această diagramă, fiind dat de activitățile fără rezerve de timp (linii punctate) și cu linii dublate.

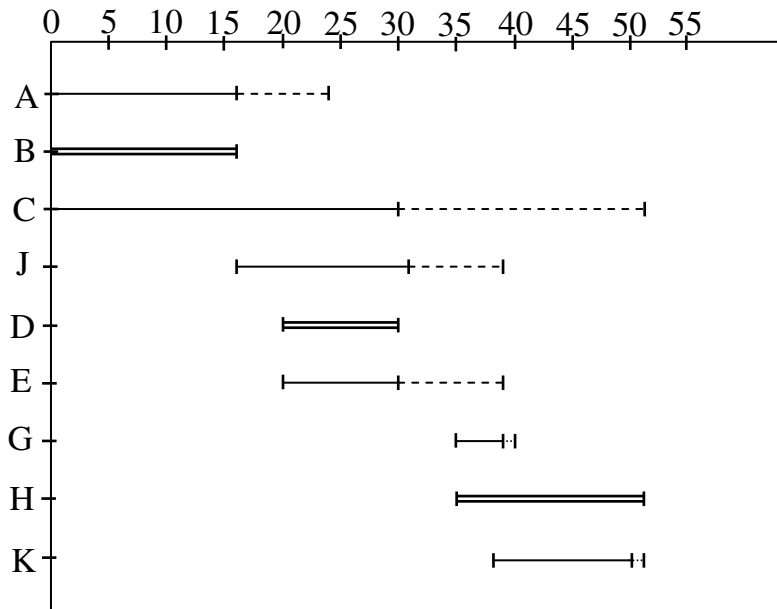


Figura 4.26.