

## 4. MANAGEMENTUL PROIECTELOR ÎN FUNCȚIE DE RESURSE

### 4.1 Definirea noțiunilor de bază

De cele mai multe ori, managementul proiectelor în funcție de resurse se dezvoltă pornind de la modelul PERT – sarcină.

Modelul PERT–*sarcină* reprezintă o extensie a modelului PERT –  *timp*, prin luarea în considerare a resurselor alocate pentru realizarea proiectului.

*Resursa* desemnează un mijloc necesar derulării și îndeplinirii unei activități (ex.: o persoană, o echipă, un colaborator extern, o mașină , un stoc de materii prime sau semifabricate, etc.).

Orice resursă este reprezentată simbolic printr-un *calendar*. În acest caz noțiunea de calendar capătă un sens particular: descrierea eșalonată în timp a numărului de unități de muncă pe care resursa îl poate consacra activităților din proiect. Această eșalonare poate fi realizată în: ore, zile, săptămâni, luni, etc. *Alocarea unei resurse* pentru o anumită activitate din proiect constă în disponibilizarea unei părți din calendarul resursei, în scopul realizării activității respective. Una și aceeași resursă poate fi alocată mai multor activități, ale aceluiași proiect sau ale unor proiecte diferite. Totodată, mai multe resurse pot fi alocate uneia și aceleași activități.

*Sarcina* reprezintă partea din calendarul resursei disponibilizată pentru îndeplinirea unei activități din proiect.

Sarcinile se măsoară în unități de muncă. De exemplu, în cazul resurselor umane, sarcinile pot fi măsurate în: ore – persoană, săptămâni – persoană, etc.

*Intensitatea* resursei desemnează procentul din calendarul resursei respective alocat unei activități. Alocarea unei resurse pentru o anumită activitate poate capătă diferite interpretări, în funcție de intensitatea participării la activitatea respectivă. Câteva cazuri posibile:

- **Activitatea este definită prin durată și intensitate:** În felul acesta, activitatea respectivă va fi caracterizată prin durată și intensitate, iar sarcina va fi dedusă din calendar. De exemplu, resursa poate fi o persoană care lucrează de luni până vineri (5 zile), jumătate de normă (4 ore/zi =

intensitate 50%). În acest caz sarcina resursei va avea măsura de 20 de ore – persoană.

- **Activitatea este definită prin durată și sarcină:** În acest caz intensitatea este dedusă din calendar. De exemplu, o persoană este disponibilă de luni până vineri (5 zile) și prestează 20 ore de muncă. Înseamnă că persoana lucrează jumătate de normă (intensitate 50 %).

- **Activitatea este definită prin sarcină și intensitate:** În acest caz durata poate fi dedusă din calendarul resursei. De exemplu, o persoană care prestează, de luni până vineri, 20 de ore, în regim jumătate normă, îndeplinește o activitate cu durata de o săptămână.

Cazurile și interpretările prezentate mai sus corespund, formal, schemei din fig. 4.1.

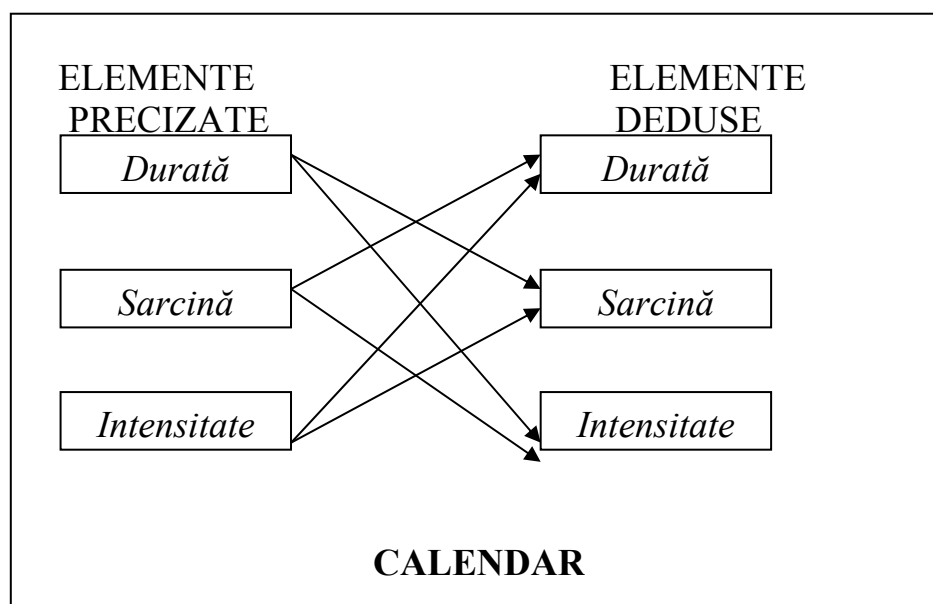


Fig. 4.1

În cadrul modelului PERT – *sarcină*, activitățile sunt exprimate prin durate și intensități ale resurselor. Datorită acestui fapt, modelul PERT-*sarcină* oferă posibilități mai mari decât modelul PERT – *timp*, acesta din urmă având activitățile exprimate numai prin durate.

## 4.2 Elaborarea planurilor de sarcini ale resurselor

Managementul proiectelor în funcție de resurse are drept obiectiv elaborarea planurilor de sarcini pentru resursele alocate proiectului.

Pentru a ilustra practic acest aspect se reia rețeaua logică din fig. 4.1, completată cu două resurse R1 și R2.

Cele două resurse sunt alocate activităților din proiect cu intensitate de 100% și 50% (fig. 4.2 ).

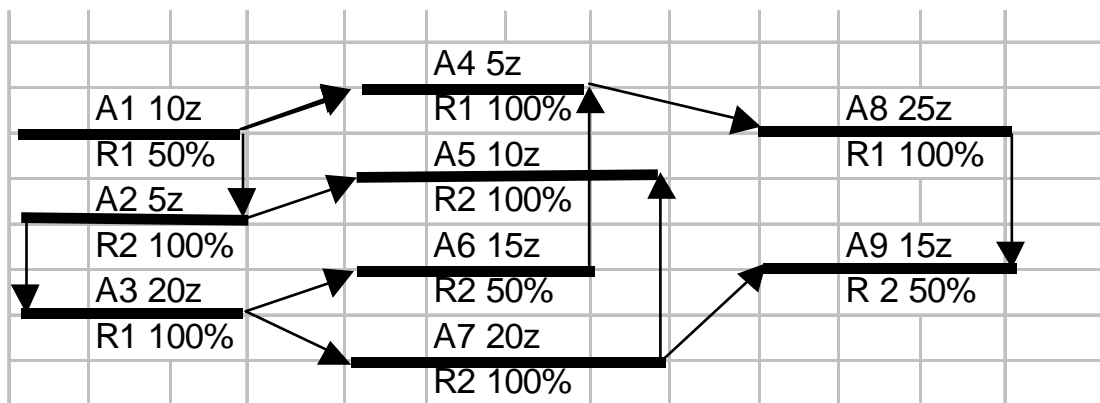


Fig. 4.2

Analiza rețelei care definește proiectul cuprinde următoarele etape:

- **Calculul datelor *CMD* PERT – timp.** Pentru rețeaua considerată, acest calcul este ilustrat în fig. 4.3.

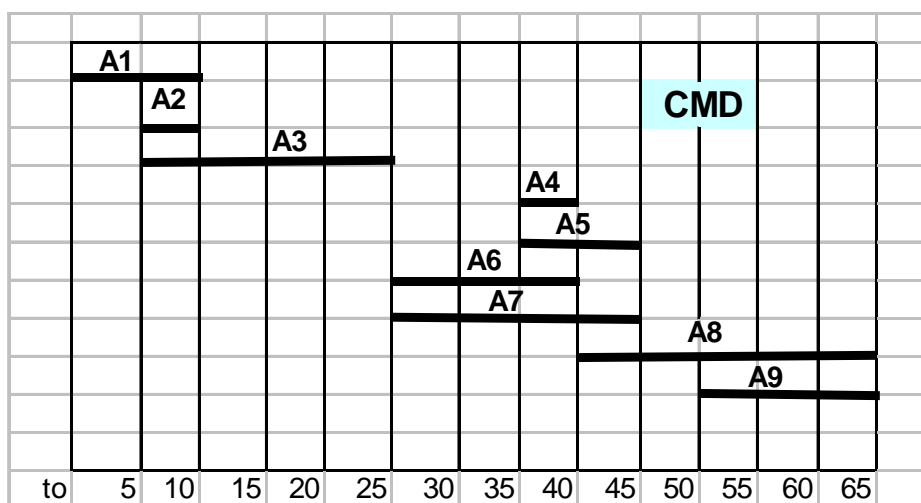


Fig. 4.3

În anumite cazuri, prima etapă constă în calculul datelor *CMT*, PERT–*timp*. Aceste cazuri se tratează asemănător, cu deosebirea că se schimbă natura punctului de plecare: cel mai târziu (*CMT*) în loc de cel mai devreme (*CMD*).

- **Stabilirea planurilor de sarcini ale resurselor.** Această etapă constă în proiectarea duratelor activităților pe calendarele resurselor

corespondente, ținând cont de intensitatea fiecăreia dintre acestea (fig. 4.4).

Realizând o analiză a planurilor de sarcini se observă următoarele:  
În perioada  $t_0+5$  zile și  $t_0+10$  zile apare o supraîncărcare a resursei  $R1$  (150%), în timp ce în perioada  $t_0+25$  zile și  $t_0+35$  această resursă nu lucrează.

În perioadele  $t_0 - t_0 + 5$  zile;  $t_0 + 10$  zile –  $t_0 + 25$  zile și  $t_0 + 45$  zile –  $t_0 + 50$  zile resursa  $R2$  nu lucrează, însă în perioada  $t_0+25$  zile și  $t_0+45$  zile această resursă prezintă supraîncărcări (150%, 250% și 200% ).

În perioada  $t_0 + 50$  zile și  $t_0 + 65$  zile resursa lucrează cu o intensitate de 50%.

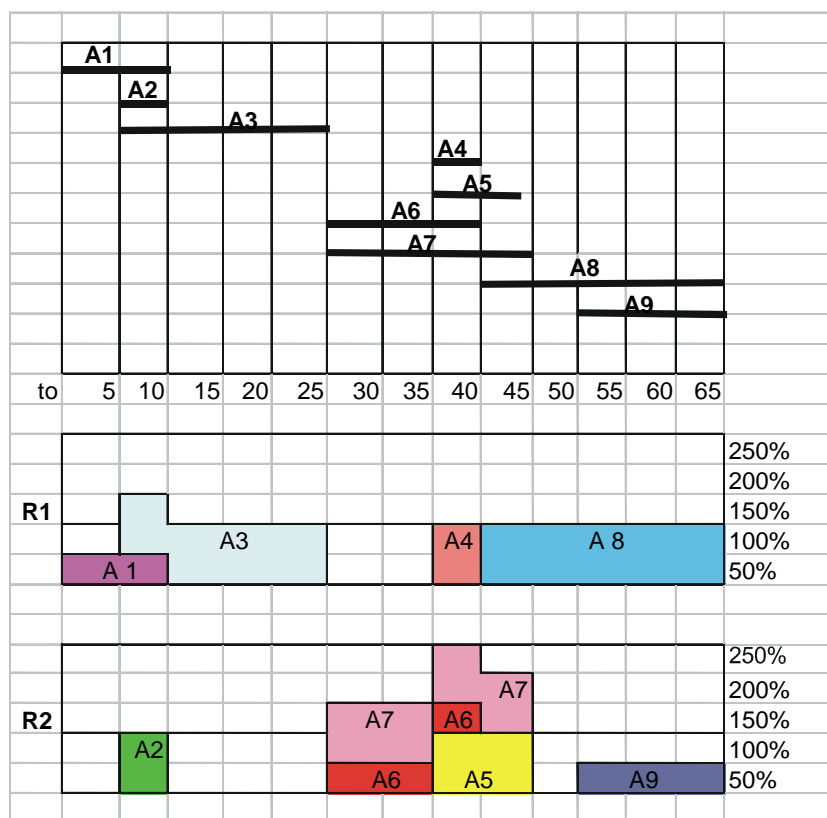


Fig. 4.4

Din cele arătate mai sus, se poate trage concluzia că analiza proiectului în funcție de resurse pune în evidență atât subîncărcările cât și supraîncărcările resurselor utilizate în proiect. Acest lucru permite efectuarea unor evaluări obiective asupra derulării proiectului.

Atunci când potențialul de resurse disponibil este limitat, supraîncărcările trebuie eliminate.

Această operație se realizează cu ajutorul tehnicilor de *lisaj* și *nivelare a planurilor de sarcini*.

### 4.3 Lisajul planurilor de sarcini

Lisajul planurilor de sarcini are drept scop eliminarea supraîncărcărilor resurselor utilizate în proiect. Acesta se realizează prin decalarea activităților spre viitor ( în cazul în care analiza PERT – *sarcină* decurge din calculul PERT-*timp* CMD). Decalajul trebuie să fie cât mai mic posibil, pentru a nu prelungi inutil durata de realizare a proiectului.

În cazul în care analiza PERT –*sarcină* decurge din calculul PERT-*timp* CMT, lisajul planurilor de sarcini se efectuează decalând activitățile spre trecut. Dar acest caz este mai rar utilizat în practica programării și conducerii proiectelor.

Analizele PERT-*timp* și PERT – *sarcină* dau informații asupra modului de lisaj care asigură durata cea mai scurtă de realizare a proiectului, dar în condițiile în care resursele sunt nelimitate. În cazul în care resursele sunt limitate, efectuarea unui lisaj optim este o problemă destul de dificilă.

De obicei, la apariția unei supraîncărcări, într-o anumită perioadă de timp, două sau mai multe activități se găsesc în paralel. Problema esențială care se pune este de a decide care dintre activități va fi deplasată pentru a se realiza lisajul.

Decalarea unei activități poate duce la deplasarea succesorilor ei și astfel pot să apară și alte supraîncărcări. Deci problema lisajului realizat la nivel local nu conduce la optimizarea proiectului.

Chiar dacă nu există garanția unei rezolvări optime, regula de bază a lisajului este aceea de a decala, cu prioritate, activitățile ce au marja cea mai mare. Aplicarea acestei reguli necesită cunoașterea tuturor marjelor.

Astfel, cu toate că analiza PERT-*sarcină* necesită efectuarea unui singur calcul PERT-*timp* (de regulă CMD), lisajul impune efectuarea întregului calcul PERT-*timp*, atât CMD cât și CMT.

Pentru a evidenția practica lisajului, se reia exemplul din fig. 4.4, completând calculul CMD cu reprezentarea marjelor activităților A5 și A7, cu linie întreruptă (fig. 4.5).

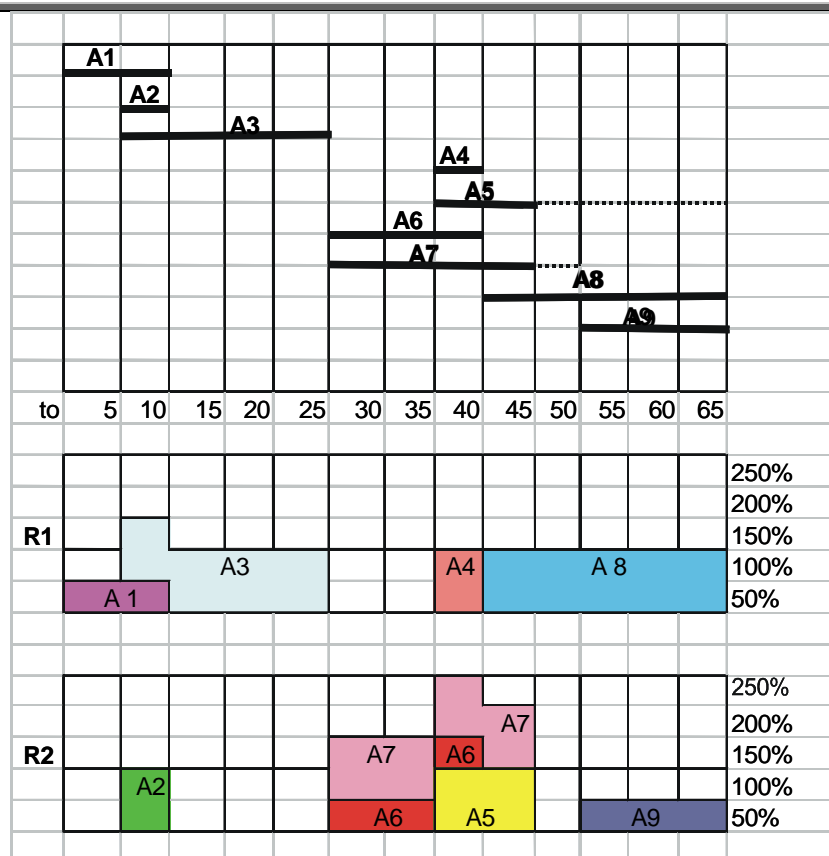


Fig. 4.5

Ca urmare a decalărilor efectuate datorită lisajului, succesorii activităților deplasate spre viitor trebuie să suporte, la rândul lor, decalări și aceasta pentru a respecta legăturile din rețeaua logică a proiectului.

Decalarea succesorilor poate genera apariția unor încărcări suplimentare ale resursei; de aceea, lisajul trebuie efectuat de la începutul proiectului, pentru toate resursele și nu pentru fiecare plan de sarcini separat.

- **Lisajul.** Prima supraîncărcare apare pe planul de sarcini al resursei R1: activitățile A1 și A3, ambele cu marjă nulă. Acestea ocupă resursa R1 cu o intensitate de 150% în perioada  $t_0+5$  până la  $t_0+10$ .

Pentru eliminarea supraîncărcării se va deplasa activitatea A3 spre viitor cu 5 zile. Prin aceasta se modifică datele de început ale activităților A6 și A7 (fig. 4.6).

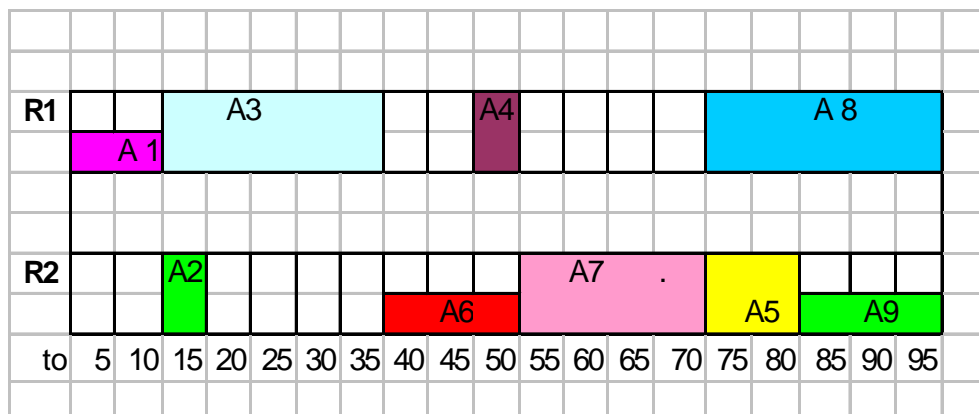


Fig. 5.6

Alte supraîncărcări apar pe planul de sarcini al resursei R2: activitățile A6 și A7, prima cu marjă 0zile și cea de a doua cu marjă 5zile; activitățile A5, A6, A7, pentru care marjele sunt, respectiv 20, 0 și 5zile.

Conform reguli generale de lisaj, pentru prima supraîncărcare (A6 și A7) se decalează activitatea cu marja cea mai mare – A7, iar pentru cea de a doua, între activitățile A5 și A7, se decalează activitatea A5 cu marja 20zile (fig. 4.6).

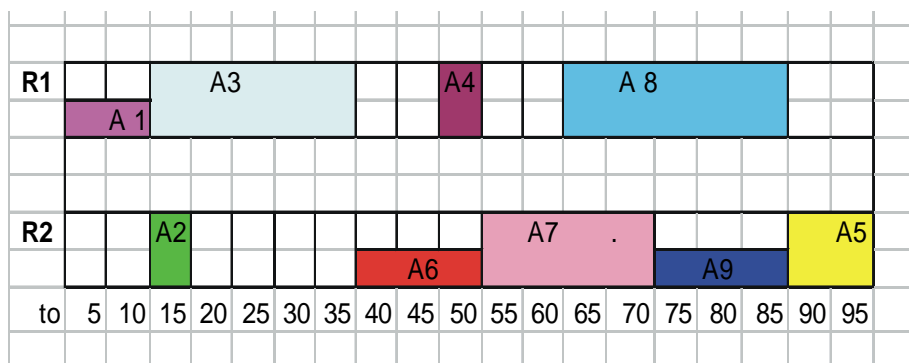


Fig. 4.7

O soluție echivalentă de lisaj este cea prezentată în fig. 4.7, în care activitatea A5 se plasează după activitatea A9. Echivalența decurge din faptul că ambele lisaje conduc la aceeași durată de realizare a proiectului (95zile).

#### • Programul de lucru

Practic, programul de lucru se obține prin proiectarea activităților din planurile de sarcini ale resurselor pe scara de timp CMD.

Astfel, pornind de la planurile de sarcini din fig. 4.6, rezultă programul de lucru redat în fig. 4.8.

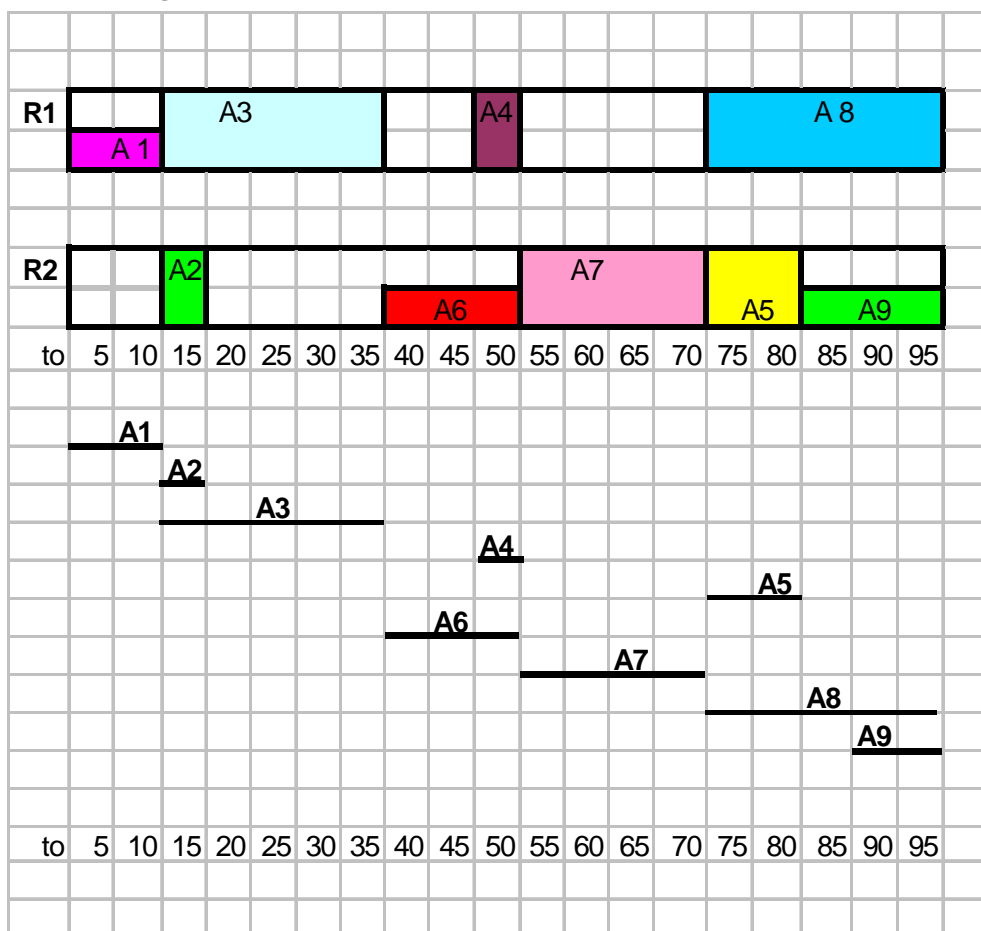


Fig. 4.8

#### 4.4. Nivelarea planurilor de sarcini

Nivelarea planurilor de sarcini este o formă particulară de lisaj. Prin nivelare, durata unei activități este mărită, iar intensitatea resursei diminuată. Cât despre sarcină, aceasta rămâne constantă.

De exemplu, o activitate care durează două săptămâni, cu o intensitate a resursei de 100%, poate fi prelungită pe durata a patru săptămâni, micșorând intensitatea resursei la 50 %.

Sarcina resursei (10 zile-persoana) este aceeași în ambele cazuri

*Operația inversă, adică majorarea intensității și diminuarea duratei, nu este posibilă prin nivelare.*

Aspectul cel mai delicat al nivelării provine din faptul că reducerea intensității poate să nu fie constantă pe toata durata de desfășurare a activității.



Astfel, activitatea din exemplul precedent poate fi prelungită pe durata a trei săptămâni, o săptămână cu intensitatea de 100 % și două săptămâni cu intensitatea de 50 % . Cele două cazuri enunțate mai sus sunt reprezentate grafic în fig. 4.9.

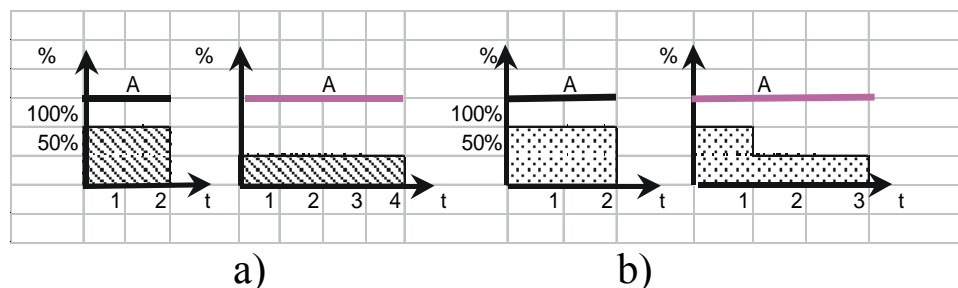


Fig. 4.9

Posibilitatea de a efectua o nivelare depinde de natura activității. De exemplu, o activitate de proiectare în regim de normă întreagă poate fi prelungită, fără dificultate, în regim jumătate de normă. În schimb o deplasare zilnică la mai multe sute de km, pe parcursul unei săptămâni, nu poate fi efectuată zilnic, pe parcursul a doua săptămâni.

Pe de altă parte, nivelarea asistată de calculator depinde foarte mult de softul care există în dotare.

Pentru a putea ilustra modul practic de efectuare a nivelării, se reia analiza planurilor de sarcini din fig. 4.5. La fel ca și în cazul lisajului, nivelarea trebuie efectuată de la începutul proiectului, spre viitor și pentru toate resursele. Numai în cazul în care analiza PERT – *sarcină* decurge dintr-o analiză PERT – *timp CMT* nivelarea proiectului se efectuează începând cu sfârșitul proiectului către trecut și pentru toate resursele.

Pentru cazul considerat în fig. 4.5, nivelarea primei supraîncărcări, care apare la data de  $t_0 + 5$ , pe planul de sarcini al resursei R1, poate fi efectuată păstrând datele de început ale activităților A1 și A3 dar diminuând intensitatea activității A3 la 50% în perioada  $t_0 + 5$  până la  $t_0 + 10$ . Acesta conduce la creșterea duratei activității A3 la 22,5 zile fapt ce atrage după sine și modificarea datei de început pentru activitățile A6 și A7 care trebuie, conform legăturilor din rețea, să înceapă după ce A3 s-a terminat (fig. 4.10).

Nivelarea supraîncărcării care apare la data  $t_0 + 27,5$  zile pe planul de sarcini al resursei R2 poate fi efectuată diminuând intensitatea activității A7 la 50% de la  $t_0 + 27,5$  până la  $t_0 + 42,5$ , după care A7 are intensitatea de 100% până la  $t_0 + 55$  zile.

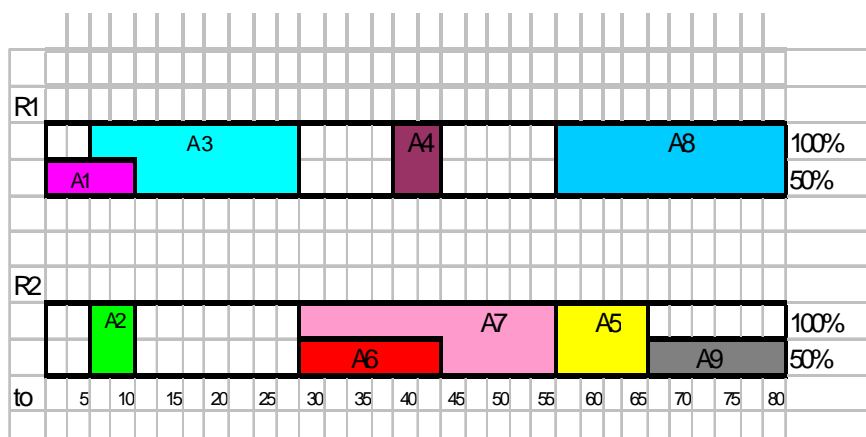


Fig. 4.10

Efectuând aceste nivelări vor dispărea și celelalte supraîncărcări între activitățile A5, A6, A7, datorită respectării legăturilor din rețea.

Observăm, conform fig. 4.10, că durata totală a proiectului este de 80 zile, față de durata de 95 zile obținută prin scenariul din fig. 4.6, în urma lisajului.

La o analiză mai atentă, se poate observa că există posibilitatea de a efectua o nivelare care să micșoreze și mai mult durata de realizare a proiectului.

Astfel, data de sfârșit a proiectului este determinată de activitățile A8 și A9 între care există o legătură de tip S-S. Acesta influențează datele de sfârșit ale predecesorilor lor și anume A4, respectiv A7. Activitatea A9 poate fi deplasată mai devreme, reducând din intensitatea activității A5, care datorită tipului S-S de legătură cu A7 și marjei foarte mari (20 zile) poate fi plasată în paralel cu activitatea A9. Acum, supraîncărcarea resursei R2 poate fi rezolvată cu reorganizarea din fig. 4.11.

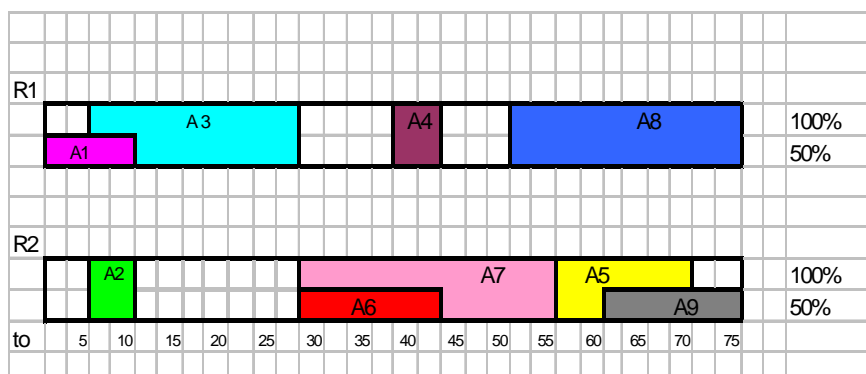


Fig. 4.11

Această nivelare conduce la o durată de realizare a proiectului mai scurtă cu 5 zile, în comparație cu nivelarea din fig. 4.10 în care proiectul durează 80 zile.

Programul de lucru, corespunzător ultimei nivelări, se obține prin proiectarea activităților, din planurile de sarcini ale resurselor, pe o scară de timp cu originea în  $t_0$  (fig. 4.12).

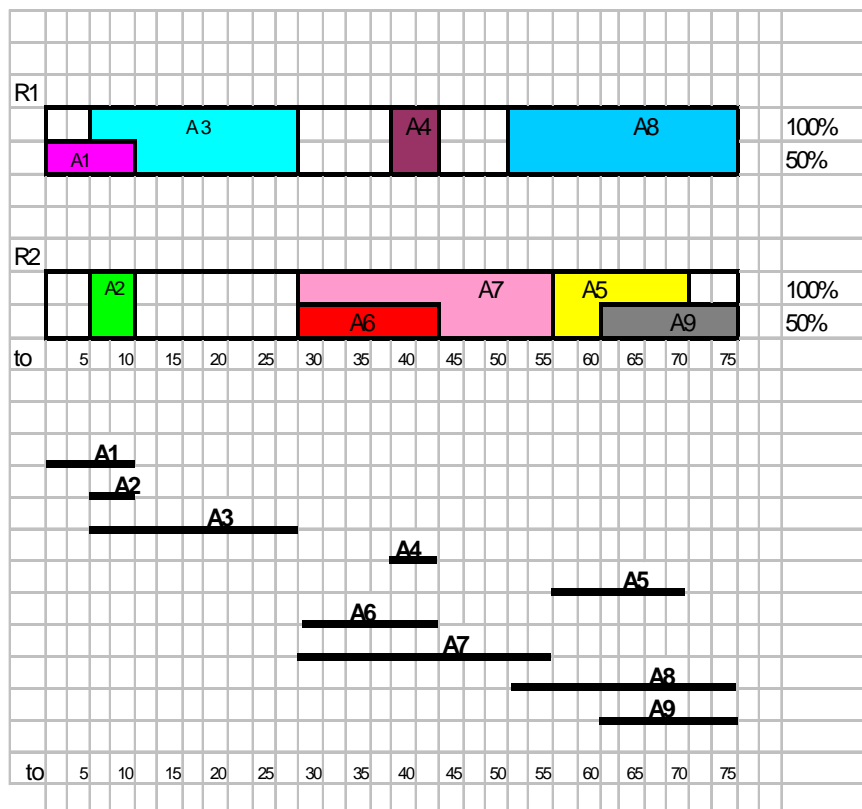


Fig. 4.12

## 4.5 Planurile de sarcini cumulate

Un plan de sarcini cumulate este o reprezentare a cumulului de sarcini prevăzute pentru o resursă, începând cu debutul proiectului. Pentru exemplificare fie rețeaua logică din fig. 5.13.

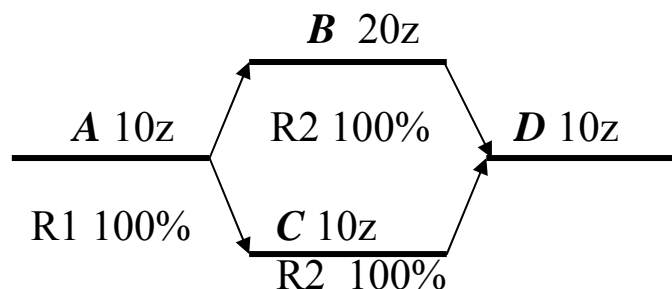


Fig. 4.13

Duratele activităților sunt exprimate în zile lucrătoare.  
În cadrul realizării proiectului intervin doua resurse R1 și R2.

Pentru rețeaua logică de mai sus, planul de sarcini cumulate al resursei R1 este reprezentat în fig. 4.14. Pentru resursa R2 planul de sarcini cumulate este reprezentat în fig. 4.15.

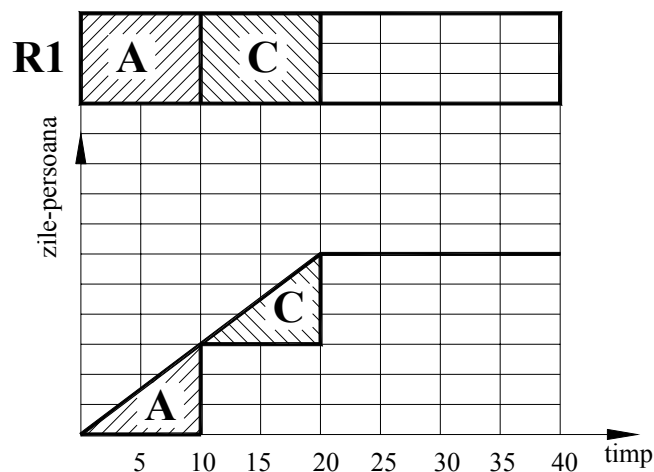


Fig. 4.14

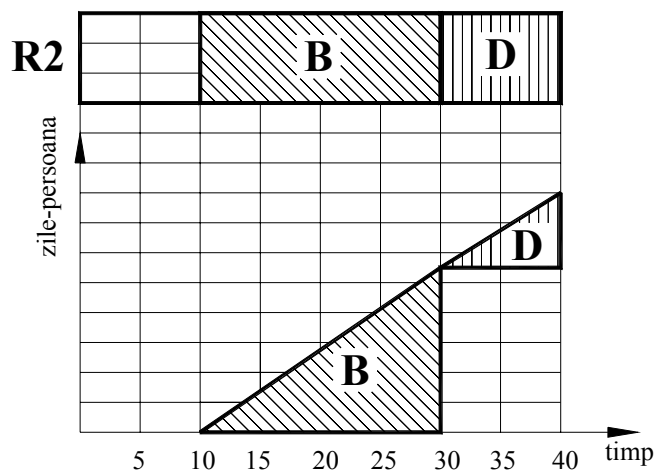


Fig. 4.15

Sarcina cumulată poate fi evaluată prin aria hașurată.

Ea se poate calcula matematic prin integrarea funcției care exprimă curba de sarcină cumulată.

Curba de sarcină cumulată se mai numește și graf de regresie al resursei.

Pentru a putea construi graful de regresie al tuturor resurselor din proiect, este absolut necesar ca unitățile de măsură utilizate pentru curbele de sarcină cumulată ale fiecărei resurse să fie omogene și compatibile.

De exemplu, ora - calculator și ora – inginer nu pot fi compatibile. Pentru a realiza compatibilitatea acestor unități ele trebuie transformate în costuri.

Această transformare permite o reprezentare previzională a cumulului de costuri implicate de proiect. Pentru proiectul considerat, planul de sarcini cumulate transformat în costuri, are alura din fig. 4.16.

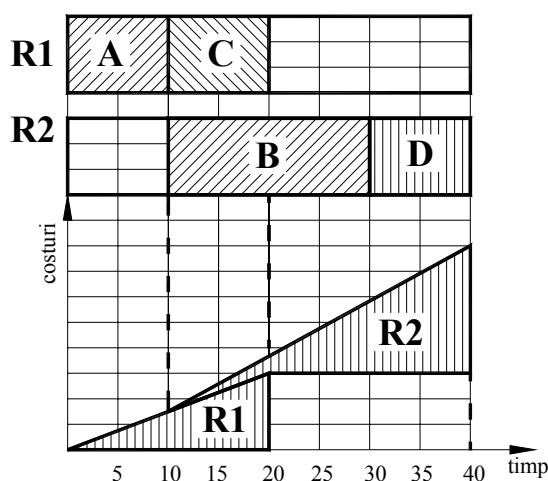


Fig. 4.16

#### 4.6 Recomandări privind utilizarea modelelor PERT

Modelele PERT ( PERT –*timp* și PERT-*sarcină* ) sunt cele mai utilizate modele în tehnica de programare și conducere a proiectelor. Peste 90% dintre softurile disponibile pe piață în domeniul programării și conducerii proiectelor au la bază aceste modele.

Caracteristica de bază a modelelor PERT-*timp* și PERT – *sarcină* o constituie analiza unei rețele logice desfășurată pe o scară de timp, în condițiile unor date impuse.

În cadrul analizei PERT-*timp*, scara de timp este parcursă în ambele sensuri (spre viitor, datele CMD și spre trecut, datele CMT). În cadrul analizei PERT-*sarcină*, scara de timp este completată cu o nouă dimensiune, denumită resursă .

Alocarea resurselor pentru proiect se traduce, formal, în proiectarea sarcinilor fiecăreia dintre resurse pe calendarul corespondent. În felul acesta, rezultă planurile de sarcini ale resurselor.

Analiza PERT-*sarcină* de bază, care constă în stabilirea necesarului de resurse pentru proiect și în elaborarea planurilor de sarcini, nu implică dificultăți deosebite. În schimb, optimizarea sarcinilor fiecărei resurse, prin lisaj sau nivelare, conduce uneori la dificultăți foarte mari.

Analiza PERT-*timp*, în forma sa cea mai simplă, este utilizată pentru a programa și conduce activități, făcând abstracție de resurse. Sub această formă, analiza PERT-*timp* poate fi utilizată de către șefii de ateliere, pentru evaluarea unor rezultate intermediare, cum ar fi datele de început și de sfârșit ale unor activități, fără a vedea resursele angajate în realizarea lucrărilor.

În acest caz, activitățile sunt analizate numai prin duratele lor. Aceste durate pot fi precizate de către furnizori, beneficiari sau colaboratori, constituind elementele de bază pentru șeful de atelier în activitatea de coordonare a lucrărilor.

Pentru un responsabil de proiect, care trebuie să țină seama și de resurse, analiza PERT-*timp* constituie numai o primă etapă în elaborarea programului de lucru.

Analiza PERT-*timp* permite responsabilului de proiect să pună în evidență existența unor eventuale marje negative și să se concentreze asupra unor date impuse, înainte de a decide alocarea resurselor.

Trecând la analiza PERT-*sarcină*, șeful de proiect stabilește resursele necesare realizării proiectului. Până la acest nivel cele două modele PERT sunt bine adaptate scopurilor unui proiect și nu implică dificultăți deosebite.

Mai departe, se pune problema elaborării unui program de lucru concret, prin luarea în considerare a potențialelor resurselor. Astfel, se intră în domeniul lisajului și al nivelării.

Realizarea unui lisaj sau a unei nivelări oarecare nu constituie o dificultate majoră pentru șeful de proiect. În schimb, elaborarea celui mai bun lisaj sau a celei mai bune nivelări constituie o problemă de optimizare, care nu poate fi rezolvată ușor. În cadrul logicii PERT optimizarea se bazează pe experiență și intuiție.

În general, un șef de proiect dispune de resurse limitate. În plus, în cursul derulării proiectului, pot apărea situații neprevăzute (de exemplu,

activități întârziate). De aceea, este necesar ca, la anumite intervale de timp, să fie reanalizat și reactualizat programul de lucru.

Refacerea periodică a calculelor PERT-*timp* și PERT-*sarcină* de bază nu este un lucru complicat, mai ales având la dispoziție un calculator destinat acestui scop. Din contră, examinarea atentă a planurilor de sarcini ale resurselor implicate în proiect, ca și elaborarea unor lisaje sau nivelări optime presupune un consum mare de timp pentru șeful de proiect.

De aceea, în cadrul unor organisme sau întreprinderi există echipe specializate, care se ocupă cu optimizarea continuă a derulării proiectului. Aceste echipe se găsesc sub directa coordonare a șefului de proiect.

Ținând cont de toate aspectele prezentate mai sus, se poate trage concluzia că modelele PERT sunt bine adaptate pentru realizarea unor planuri previzionale de derulare a proiectelor și mai puțin pentru conducerea efectivă a acestora.

Deși aceste modele permit o bună justificare a cererilor de mijloace necesare realizării unui proiect, acest aspect constituie numai o parte a conducerii propriu-zise.

#### **4.7. Verificarea cunoștințelor**

- 1) Ce se înțelege prin resursă?
- 2) Ce reprezintă calendarul unei resurse?
- 3) Cum se definește sarcina unei resurse?
- 4) Ce unități de măsură se utilizează pentru sarcini?
- 5) Ce se înțelege prin intensitatea resursei?
- 6) Cum se exprimă intensitatea resursei?
- 7) Ce legătură există între cele trei entități fundamentale ce definesc o activitate (durata, sarcina resursei și intensitatea resursei)?
- 8) Ce se înțelege prin planul de sarcini al unei resurse? Cum se obține planul de sarcini?
- 9) Ce tehnici se utilizează pentru a elimina supraîncărcările din planurile de sarcini?
- 10) Cum se realizează lisajul și nivelarea planurilor de sarcini?
- 11) Cum se obține programul de lucru al resurselor?
- 12) Ce se înțelege prin plan de sarcini cumulate?
- 13) Cum se obține planul de sarcini cumulate?
- 14) Ce se înțelege prin curbă de sarcină cumulată?

15) Cum se procedează în cazul în care sarcinile resurselor nu sunt omogene și compatibile, pentru a reprezenta planul de sarcini cumulate?

16) Fie proiectul reprezentat prin rețeaua logică din fig. 4.17. Se cere: efectuarea calculelor CMD și CMT; calculul marjelor activităților și stabilirea drumului critic; elaborarea planurilor de sarcini CMD și a programului de lucru aferent; elaborarea planurilor de sarcini CMT și a programului de lucru aferent.

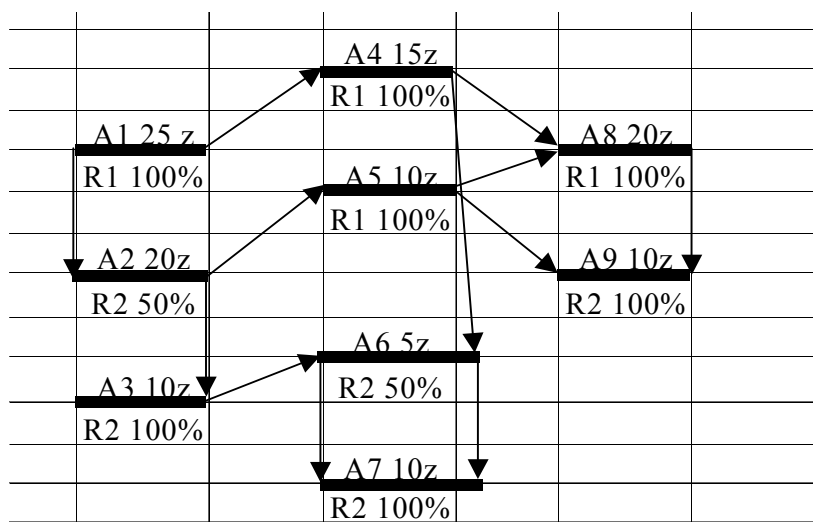


Fig. 4.17

17) Fie proiectul definit prin rețeaua logică din fig. 4.18. Se cere: verificarea compatibilității legăturilor din rețea; rangul rețelei și graful asociat; calculul datelor CMD și CMT; calculul marjelor activităților și stabilirea drumului critic; planurile de sarcini CMD și programul de lucru aferent; planurile de sarcini CMT și programul de lucru aferent.

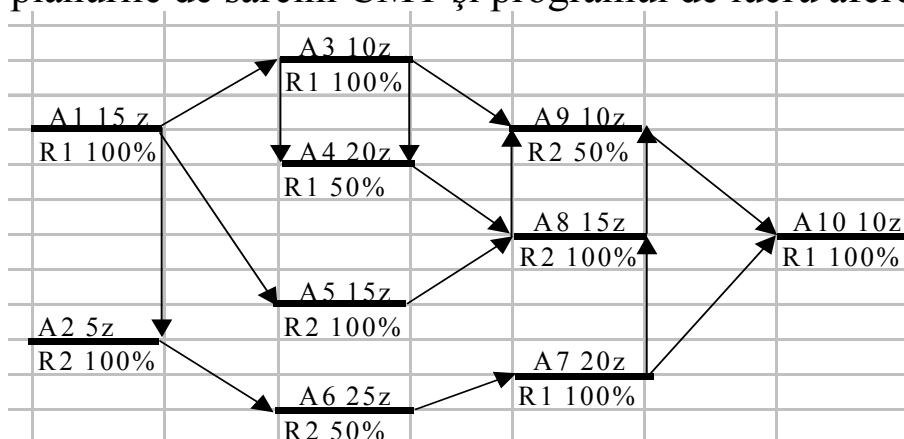


Fig. 4.18

18) Ce recomandări se pot face în legătură cu utilizarea modelelor PERT-timp și PERT-sarcină?