

3. MANAGEMENTUL TIMPULUI NECESAR DERULĂRII PROIECTULUI

Managementul timpului necesar realizării proiectului, a termenelor scadente de începere și de încheiere a activităților, cuprinde procesele absolut necesare pentru a finaliza proiectul, în bune condiții, la termenul stabilit prin temă. Principalele procese specifice managementului timpului de realizare a proiectului sunt prezentate în cele ce urmează:

- **Identificarea activităților**
- **Secvențierea activităților**
- **Estimarea duratei activităților**
- **Elaborarea scadențarului activităților**
- **Controlul scadențarului activităților**

Aceste procese interacționează între ele, precum și cu procesele din alte discipline ale managementului de proiect. Fiecare proces intervine cel puțin odată în fiecare din fazele și etapele proiectului. Deși procesele sunt prezentate separat în majoritatea cazurilor, cu interfețe precise, în practică pot să se suprapună și să interacționeze între ele într-o manieră diferită față de cea prezentată în acest capitol. Interacțiunile dintre procesele managementului de proiect au fost analizate în capitolul 3 din partea întâi a lucrării.

În funcție de necesitățile proiectului, la fiecare din aceste procese pot participa una sau mai multe persoane ori întregul efectiv al echipei. În anumite proiecte – în special în proiectele mici – secvențierea activităților, estimarea duratei activităților și ordonarea lor sunt astfel corelate încât se consideră ca un singur proces care poate fi realizat de un singur individ într-un timp relativ scurt. Ele sunt prezentate aici de maniera distinctă, deoarece nu operează prin aceleași instrumente și metode.

În prezent, nu există un consens general acceptat în managementul proiectelor prin care să se facă distincție între *activități* și *sarcini*. În multe domenii de aplicare, se consideră că activitățile sunt compuse din sarcini (vezi figura 1.1 din partea întâi a lucrării). Această abordare corespunde folosirii obișnuite și este cea mai răspândită. În altele, sarcinile sunt concepute ca un ansamblu de activități. Totuși, punctul important nu este terminologia utilizată, ci descrierea precisă a muncii ce urmează a fi efectuată de către fiecare membru al echipei de lucru.



Fig. 3.1. Vedere de ansamblu a managementului timpului necesar derulării proiectului

În figura 3.1. este prezentată o vedere de ansamblu a tuturor proceselor specifice managementului timpului de realizare a proiectului pornind cu identificarea activităților și încheind cu controlul termenelor de îndeplinire a obiectivelor fiecărei activități.

3.1. IDENTIFICAREA ACTIVITĂȚILOR

Identificarea activităților urmărește enunțarea, stabilirea și descrierea activităților specifice care trebuie realizate pentru elaborarea documentelor livrabile și a celorlalte elemente identificate în structura descompusă a proiectului. Acest proces antrenează implicit definirea activităților astfel încât să fie atinse obiectivele proiectului.

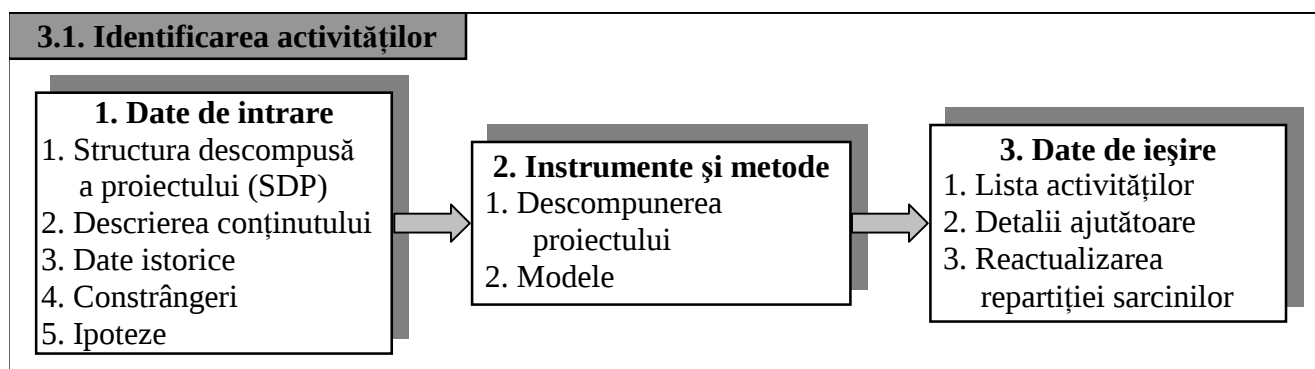


Fig. 3.2. Identificarea activităților proiectului

3.1.1 Date de intrare în procesul de identificare a activităților

Structura descompusă a proiectului (SDP) se consideră a fi principalul document formal de intrare în procesul de identificare a activităților. Informații ample asupra SDP sunt prezentate în paragraful 2.3.3.

Descrierea conținutului urmărește justificarea elaborării proiectului și stabilirea obiectivelor sale. Conținutul trebuie întotdeauna să servească ca referință explicită la identificarea activităților (explicații ale conținutului sunt date în paragraful 2.2.3.).

Datele istorice servesc pentru a putea defini mai ușor activitățile proiectului folosindu-ne de experiența acumulată în derularea altor proiecte. Astfel se face referință la datele istorice pentru a ști ce activități au fost absolut necesare în proiecte similare, derulate anterior.

Constrângerile sunt factori restrictivi. Constrângerile limitează libertatea de alegere din mulțimea de variante posibile de către membrii echipei manageriale a proiectului.

Ipotezele reprezintă un ansamblu de elemente care, din necesități de planificare, trebuie considerate ca fiind adevărate, reale sau asiguratorii. Ipotezele sunt enunțate pe

baza unor fapte și legi cunoscute sau presupuneri cu caracter provizoriu. Ele pot fi formulate pe baza rezultatelor experimentale existente sau a intuiției. Deoarece ipotezele urmează să fie confirmate ulterior ele implică, în general, un anumit risc și devin astfel date de intrare în procesul de identificare a riscului (subcapitolul 7.1.).

3.1.2. Instrumente și metode pentru identificarea activităților

Descompunerea proiectului constă în subdivizarea elementelor proiectului în elemente mai mici și mai ușor de gestionat, pentru a obține o mai bună stăpânire a managementului. Descompunerea este descrisă în detaliu în paragraful 2.3.2. Diferența principală între descompunerea proiectului tratată aici și cea prezentată la definirea conținutului constă în aceea că rezultatul este aici exprimat prin activități (ansamblu de operații elementare) în loc de termeni de rezultate livrabile (elemente tangibile). În unele domenii de aplicare, structura descompusă a proiectului (SDP) și identificarea activităților sunt elaborate în același timp.

Modelele sunt constituite din liste de activități (vezi paragraful 3.1.3.) sau secțiuni ale unor liste de activități care provin din alte proiecte derulate anterior. În plus, lista activităților, elaborată pentru o anumită structură descompusă a unui proiect în curs poate fi utilizată ca model într-un alt caz similar, sau asemănător.

3.1.3. Date de ieșire din procesul de identificare a activităților

Lista activităților reprezintă documentul care conține totalitatea activităților ce urmează a fi îndeplinite în proiect. Ea este prezentată ca o completare a SDP. Prin mărimea sa, se asigură că sunt cuprinse numai activitățile care sunt indispensabile conținutului proiectului. Ca și SDP, lista activităților, conține o descriere a fiecărei activități permițând membrilor echipei să înțeleagă mai bine cum trebuie efectuată munca pentru atingerea obiectivelor.

Detaliile ajutătoare completează lista activităților. Acestea trebuie documentate și prezentate pentru a facilita utilizarea listei activităților în toate procesele managementului de proiect. Ele includ întotdeauna o documentație asupra tuturor ipotezelor și constrângerilor identificate. Importanța detaliilor ajutătoare variază în funcție de domeniul de aplicabilitate.

Reactualizarea structurii de repartizare a sarcinilor are loc atunci când se utilizează SDP pentru a identifica activitățile neprevăzute inițial și care sunt absolut necesare pentru îndeplinirea obiectivelor proiectului. De exemplu, membrii echipei pot găsi livrabile lipsă, sau constată că descrierea anumitor livrabile nu este clar prezentată, ori trebuie corectată. Acest tip de reactualizare are repercusiuni asupra structurii descompuse a proiectului și a documentelor care decurg din SDP cum ar fi estimarea costurilor. Reactualizările sunt adesea numite "*rafinamente*" și sunt mai frecvente atunci când proiectul utilizează tehnologii de lucru moderne.

3.2. SECVENȚIEREA ACTIVITĂȚILOR

Secvențierea activităților se face cu scopul identificării și punerii în evidență a legăturilor, corelărilor și relațiilor de ordonare a activităților. Ordinea de derulare a activităților trebuie elaborată cu grijă pentru a se putea face o planificare realistă a tuturor sarcinilor care să fie realizabile și ușor de executat. Ordonarea activităților poate fi efectuată cu ajutorul instrumentelor informatice (utilizând software – ul de gestiune al proiectului) sau cu alte tehnici clasice. Tehnicile clasice, manuale, de ordonare a activităților sunt mai eficiente la proiectele de mai mică anvergură, sau la proiecte mari în fazele inițiale, atunci când informațiile existente sunt mult reduse. Adesea, ordonarea activităților se poate realiza printr-o combinație a tehnicilor clasice manuale cu cele informatice.

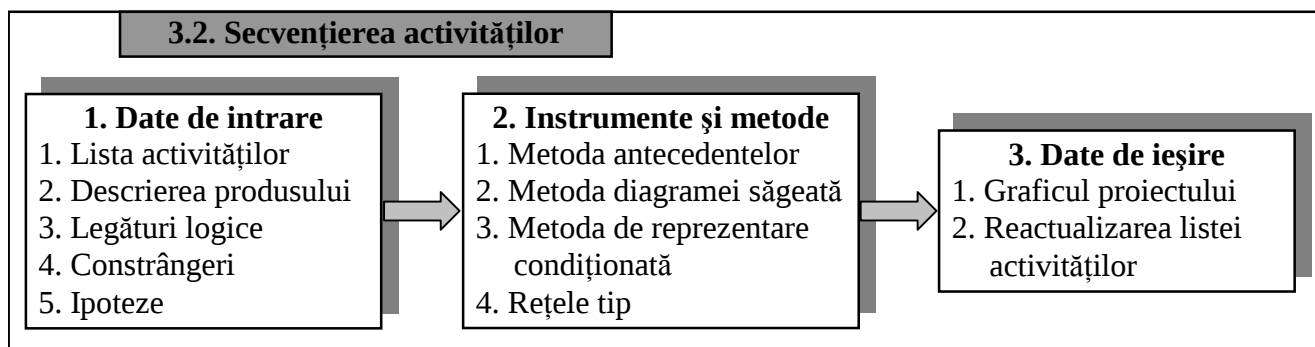


Fig. 3.4. Punerea în evidență a tuturor activităților proiectului

3.2.1. Date de intrare în procesul de secvențierea activităților

Lista activităților este descrisă în paragraful 3.1.3.

Descrierea produsului este tratată la paragraful 2.1.1. Caracteristicile muncii efectuate într-un proiect condiționează de cele mai multe ori secvențierea activităților (cum ar fi de exemplu, planul de implementare al unui punct de lucru pe un șantier de construcții, sau interfața subsistemelor într-un proiect software etc.). Deși aceste completări sunt adesea aparente în lista activităților, descrierea produsului realizat trebuie în general revăzută pentru a ne asigura de exactitatea realizării lui.

Legăturile logice obligatorii sunt acele legături specifice naturii muncii prestate. Ele sunt adesea consecințele limitelor fizice (de exemplu, într-un proiect al unei construcții civile, fundațiile preced în mod logic suprastructurile; sau într-un proiect de dezvoltare de produs realizarea modelului experimental precede realizarea prototipului și în mod logic același raționament există pentru testările acestora). Legăturile logice obligatorii sunt adesea denumite "*hard logic*".

Legăturile logice opționale sunt acelea care pot fi decise de conducerea echipei de lucru la proiect. Ele trebuie documentate clar, să fie elaborate cu grijă, deoarece mai târziu, pot să restrângă opțiunile de secvențiere a activităților. Legăturile logice opționale numite adesea "*logica preferată*" sau "*software logic*" sunt:

- cele mai bune practici aplicabile în domeniul studiat;
- anumite aspecte ale proiectului, prin care se dorește secvențierea specifică, chiar dacă celelalte sunt acceptabile.

Legăturile logice externe reprezintă relațiile create între activitățile proiectului și alte activități care nu fac parte din proiect. În cele ce urmează sunt exemplificate o serie de astfel de legături:

- auditul asupra mediului trebuie făcut înaintea începerii pregătirii locului unde se va realiza o construcție;
- în dezvoltarea de produs în faza de concepție sunt analizate influența produsului asupra mediului și impactul acestuia asupra cerințelor și satisfacerii nevoilor clienților;
- testările unui proiect de software pot depinde de livrarea unui produs care este achiziționat de la un furnizor extern.

Constrângerile au fost prezentate în paragraful 3.1.1.

Ipotezele sunt de asemenea definite în paragraful 3.1.1.

3.2.2. Instrumente și metode de secvențierea activităților

Metoda antecedentelor (*Precedence diagramming method – PDM*) este metoda de reprezentare a grafului rețea a unui proiect. Activitățile sunt figurate prin noduri iar săgețile care le leagă indică relația lor de ordonare (conform paragrafului 3.2.3.). În figura 3.5. este reprezentată diagrama unei rețele de activități a unui proiect simplu în care s-a aplicat metoda antecedentelor.

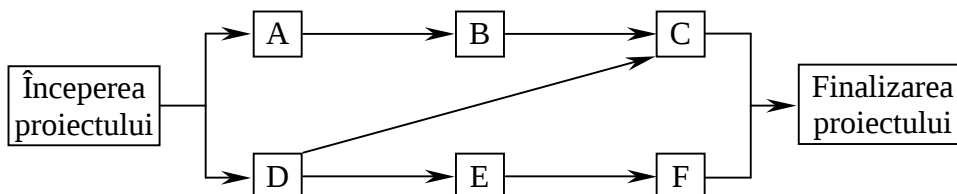


Fig. 3.5. Graful rețea reprezentat prin metoda antecedentelor

Această metodă mai este cunoscută ca metoda *activităților organizate prin noduri* (AON) și este utilizată în majoritatea software-urilor pentru managementul proiectului. Metoda poate fi utilizată clasic, manual, sau cu ajutorul unor instrumente informatice. Ea utilizează patru tipuri de relații de ordonare:

- Legătura **final – început** în care activitatea amonte trebuie să se termine înainte ca activitatea aval să înceapă.
- Legătura **final – final** se caracterizează prin aceea că activitatea amonte trebuie terminată înaintea terminării activității aval.
- Legătura **început – început** la care activitatea amonte trebuie să înceapă înainte ca activitatea aval să înceapă.
- Legătura **început – final** se caracterizează prin aceea că activitatea amonte trebuie să înceapă înainte ca activitatea aval să se termine.

În metoda antecedentelor legătura **final – început** este cea mai utilizată. Legătura **început – final** este rar folosită și numai de profesioniștii din planificare. Utilizarea legăturilor **final – final**, **început-început** sau **început – final** cu ajutorul unor software de gestiunea proiectului poate conduce la rezultate neașteptate, dacă aceste tipuri de legături nu sunt corect introduse.

Metoda diagramei săgeată (*Arrow diagramming method - ADM*) constituie o metodă de reprezentare a grafului de ordonare și realizare logică a activităților, cu scopul scurtării duratei proiectului. Activitățile sunt figurate prin săgeți, care se reunesc în noduri. Nodurile arată interdependențele diverselor activități așa cum este prezentat în paragraful 3.2.3.

În figura 3.6. este reprezentat graful unui proiect simplu după metoda diagramei săgeată. Această metodă este de asemenea cunoscută ca metoda "activităților pe săgeți" (AOA) și deși în unele proiecte este înlocuită de metoda antecedentelor, ea încă rămâne tehnica folosită în multe domenii de aplicare. Metoda diagramei săgeată nu utilizează decât relații de ordonare **început – final**. Pentru a reprezenta corect anumite legături și corelări între activități metoda necesită utilizarea activităților fictive care au o durată de desfășurare nulă. Metoda poate fi aplicată manual, sau cu ajutorul unui instrument informatic. Acest graf trebuie însoțit de o descriere sumară care explică motivele principale de secvențiere a activităților. Pentru o mai bună înțelegere, de multe ori o secvențiere mai neobișnuită a activităților trebuie explicată.

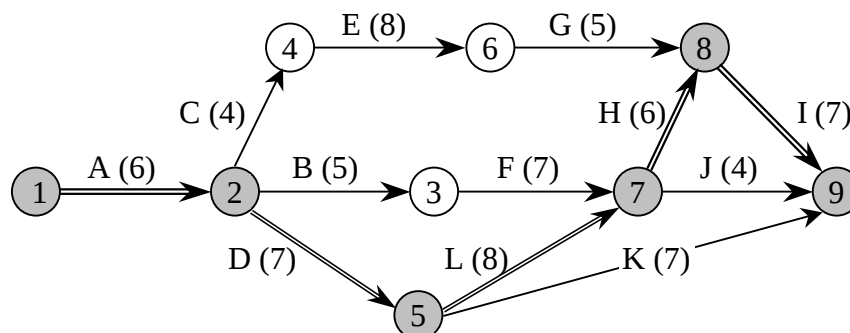


Fig. 3.6. Analiza drumului critic într-un graf – rețea

Metodele de reprezentare condiționată sunt anumite metode de reprezentare, precum GERT (*Graphical Evaluation and Review Technique*) și modelul *System Dynamics* care autorizează introducerea unor activități nedescompuse repetitive (de exemplu, o testare care trebuie repetată de mai multe ori) sau variante opționale (de exemplu, o reactualizare care nu este necesară decât dacă inspecția dezvăluie erori). Nici metoda antecedentelor, nici metoda diagramei săgeată nu autorizează buclele sau variantele opționale.

Rețelele tip standard pot fi utilizate pentru întocmirea mai rapidă și elaborarea mai ușoară a diagramelor rețea. Acest lucru poate privi întreg proiectul sau numai o parte a lui. Anumite părți ale rețelei de realizare a proiectului sunt adesea numite *sub – rețele*. Sub – rețelele sunt în mod deosebit utilizate atunci când un proiect are mai multe procese identice sau similare care sunt repetitive. De exemplu, realizarea etajelor unui imobil înalt, sau efectuarea încercărilor clinice ale unui proiect de cercetare în domeniul farmaceutic, sau elaborarea modulelor de programare dintr-un proiect software.

3.2.3. Date de ieșire din procesul de secvențierea activităților

Graful proiectului este o reprezentare schematică a activităților proiectului și a înlănțuirii lor logice (legături, sau relații de ordonare). Figurile 3.5 și 3.6 ilustrează două abordări diferite ale modului de reprezentare a graficului unei rețele de proiect. Acest grafic poate fi întocmit clasic, manual, sau cu ajutorul instrumentelor informatice. El poate detalia complet ansamblul proiectului, sau include rezumatul uneia sau mai multor activități. Graful proiectului este adesea denumit incorect diagrama PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).

Reactualizarea listei activităților se face atunci când procesul de identificare a activităților conduce la reactualizarea structurii descompuse a proiectului. Elaborarea graficului proiectului poate pune în evidență activități care trebuie fracționate și care se definesc diferit pentru a putea reprezenta legături logice corecte.

3.3. ESTIMAREA DURATEI ACTIVITĂȚILOR

Estimarea duratei activităților urmărește aprecierea numărului de unități de timp de lucru – om oră, om zi sau om lună – necesare pentru realizarea în bune condiții a fiecărei activități identificate și planificate incluse în ciclul de viață al proiectului. Persoana sau membrii echipei cei mai familiarizați cu natura proiectului trebuie să întocmească, sau cel puțin să aprobe estimarea activităților. Estimarea numărului de unități de timp necesare pentru efectuarea unei activități necesită adesea luarea în considerare a timpului calendaristic. De exemplu, dacă timpul necesar pentru uscarea betonului este de 4 zile, acest lucru poate reprezenta o perioadă cuprinsă între 2 și 4 zile

lucrătoare. În calcul se va avea în vedere dacă activitatea începe în primele zile ale săptămânii, sau dacă weekend – urile sunt incluse sau nu ca zile lucrătoare. Majoritatea software-lor de gestiune a proiectelor tratează această problemă în mod automat.

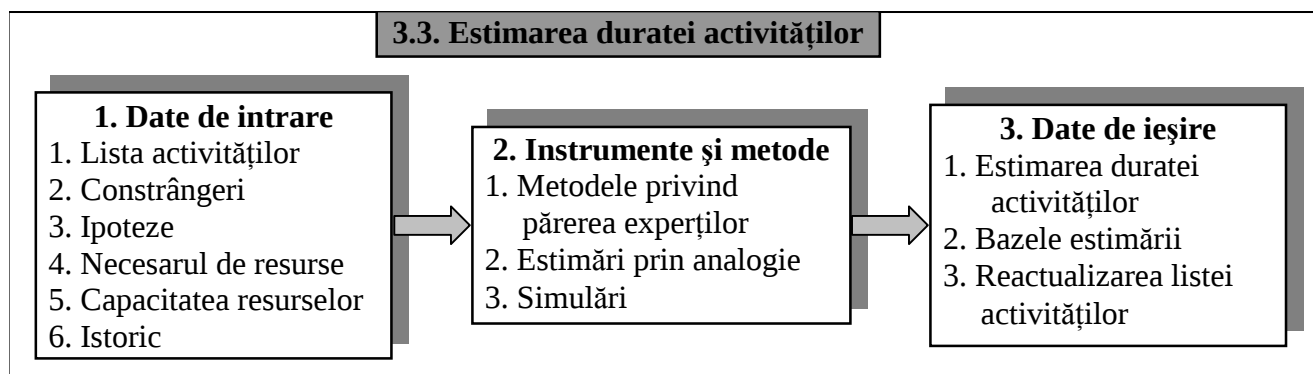


Fig. 3.7. Estimarea duratei activităților desfășurate în proiect

Durata globală a proiectului poate fi estimată utilizând instrumentele și metodele prezentate aici, dar ea este mai corect evaluată ca rezultat al procesului de elaborare a scadențarului așa cum este prezentat în subcapitolul 3.4.

3.3.1. Date de intrare în procesul de estimare a duratei activităților

Lista activităților este prezentată în paragraful 3.1.3.

Constrângerile reprezintă o serie de restricții impuse (vezi paragraf 3.1.1.).

Ipotezele privind estimarea duratei activităților au fost tratate în paragraf 3.1.1.

Necesarul de resurse umane sunt dezvoltate în paragraful 5.2.3. Estimarea duratei majorității activităților va depinde, în mare parte, de resursele ce vor fi alocate. De exemplu, două persoane care lucrează împreună pot termina o activitate de studiu într-o perioadă de timp redusă la jumătate față de situația în care ar lucra de una singură. Același rezultat se obține atunci când o persoană lucrează cu normă întreagă față de o persoană care lucrează cu jumătate de normă. Aceasta din urmă are în general nevoie de o durată dublă de zile lucrătoare.

Capacitatea resurselor influențează în mod deosebit durata proiectului. Timpul necesar pentru derularea numeroaselor activități depinde considerabil de tehnologia aplicată de capacitatea persoanelor și a echipamentelor utilizate. De exemplu, în condiții de lucru identice de îndeplinire a aceleiași sarcini, un membru experimentat al echipei are nevoie de mai puțin timp decât un debutant.

Istoricul se constituie din experiența acumulată asupra duratei probabile a numeroaselor tipuri de activități. Datele istorice pot proveni din următoarele surse:

- Dosarele altor proiecte, pot ajuta la estimarea duratei activităților din noul proiect atunci când organizația implicată a conservat și înregistrat într-o formă destul de

detaliată rezultatele altor proiecte. În anumite domenii de aplicare, chiar membrii cu experiență ai echipei pot conserva și furniza astfel de date istorice.

- Bazele de date, comercializate pe piață ca date istorice, sunt în mod deosebit utile atunci când nu sunt dependente de aspectele specifice ale proiectului (de exemplu, în domeniul construcțiilor, durata uscării betonului, durata răspunsului oferit de un furnizor sau de Administrația de Stat la anumite tipuri de cereri pentru avizare).
- Experiența echipei proiectului prin care fiecare membru al echipei poate să-și amintească de estimările făcute sau de realizările obținute în proiectele precedente. Deși aceste amintiri pot fi adesea utile, ele sunt în general mai puțin fiabile decât cele rezultate din documentele scrise.

3.3.2. Instrumente și metode pentru estimarea duratei activităților

Metodele privind părerea experților sunt descrise în paragraful 2.1.2. Adesea, durata fiecărei activități este dificil de estimat din cauza numărului mare de factori care o influențează cum ar fi de exemplu, productivitatea resurselor și tehnologia aplicată. Metoda părerii experților, împreună cu datele istorice, trebuie utilizate de câte ori este posibil. Atunci când astfel de experiențe nu sunt disponibile, estimările sunt incerte și riscante (a se vedea capitolul 7, Managementul riscurilor proiectului).

Estimarea prin analogie este denumită totodată estimare *top – down*. Estimarea prin analogie utilizează durata reală a unei activități anterioare similară ca bază de estimare, pentru a obține durata altei activități ce urmează a fi realizată. Metoda este frecvent utilizată pentru estimarea duratei unui proiect atunci când se dispune de puține detalii asupra acestuia. Estimarea prin analogie poate fi considerată ca o formă a metodei părerii expertului și este cu atât mai certă cu cât:

- activitățile anterioare sunt asemănătoare nu numai în aparență;
- persoanele care efectuează estimarea au suficientă experiență.

Simularea constă în calculul mai multor valori ale duratei, pornind de la ipoteze diferite. *Metoda Monte – Carlo* este cea mai frecvent aplicată. În cadrul metodei se definește pentru fiecare activitate o distribuție probabilistică a duratei sale, de unde va rezulta o distribuție probabilistică a duratei întregului proiect.

3.3.3. Date de ieșire din procesul de estimare a duratei activităților

Estimarea duratei activităților reprezintă o evaluare numerică a duratei probabile de desfășurare a fiecărei activități. Această estimare trebuie întotdeauna să indice într-o formă sau alta, marja de eroare posibilă asupra rezultatului. De exemplu:

- 2 săptămâni +/- 2 zile, ceea ce înseamnă că activitatea va dura cel puțin 8 zile și cel mult 12 zile;

- 15% depășire probabilă a unui termen de 3 săptămâni, pentru a indica cu o probabilitate sigură de 85% dacă activitatea durează 3 săptămâni sau mai puțin.

În capitolul 7, Managementul riscurilor proiectului, se face o prezentare în detaliu asupra incertitudinilor privind aceste estimări.

Bazele estimării constau de cele mai multe ori într-o serie de ipoteze. Pentru o estimare cât mai apropiată de realitate este necesar ca ipotezele să fie bine documentate.

Reactualizarea listei activităților este prezentată în paragraful 3.2.3.

3.4. ELABORAREA SCADENȚARULUI ACTIVITĂȚILOR

Elaborarea scadențarului activităților servește pentru analiza secvențială a activităților, a duratei acestora, precum și a necesarului de resurse. Se obține, astfel drept rezultat, o matrice cu durata activităților și cu termenele de realizare (*planningul proiectului*). Elaborarea calendarului activităților constă în primul rând în stabilirea datei de începere și de finalizare a proiectului. Dacă aceste date nu sunt realiste proiectul are puține șanse să fie încheiat la termenul estimat. Procesul de elaborare al scadențarului este adesea iterativ, astfel rezultatul calculelor unei etape reprezintă date de intrare în procesele următoare. Elaborarea scadențarului se face înaintea publicării planning-ului proiectului în care se estimează mai ales, durata și costurile activităților.

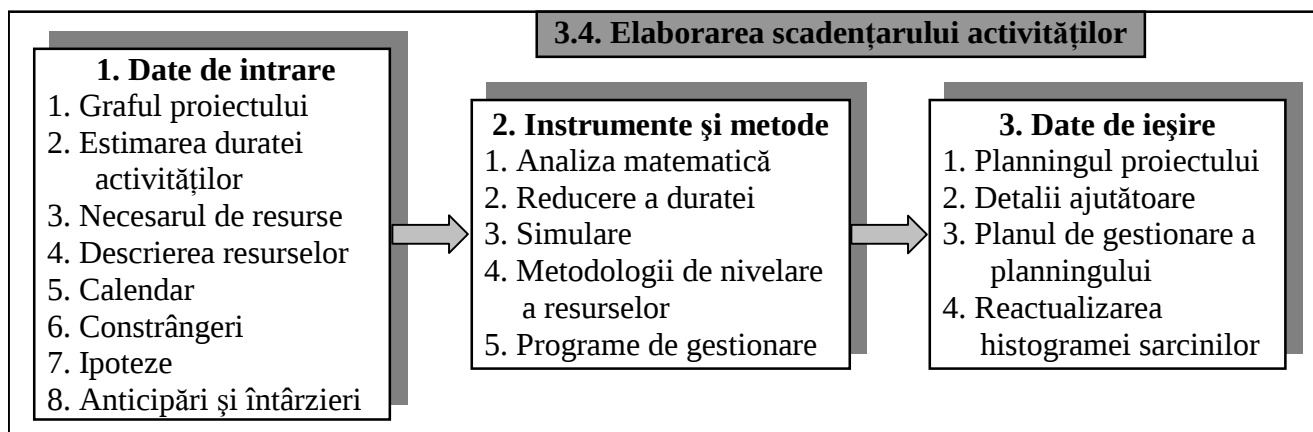


Fig. 3.8. Procesul de elaborare a scadențarului activităților

3.4.1. Date de intrare în procesul de elaborare a scadențarului

Graful proiectului a fost descris în paragraful 3.2.3.

Estimarea duratei activităților a fost tratată în paragraful 3.3.3.

Necesarul de resurse a se vedea paragraful 3.3.1.

Descrierea resurselor necesare, stabilite odată cu scadențarul proiectului, constă în cunoașterea resurselor disponibile, în ce moment sunt necesare și sub ce formă. De exemplu, în procesul de planificare distribuția pe activități a resurselor reprezintă o activitate dificilă deoarece nu se cunoaște disponibilitatea membrilor echipei de lucru, mai ales atunci când aceștia pot lucra în mai multe proiecte. Descrierea în detaliu, cu precizie a resurselor este foarte variată. De exemplu, la stabilirea preliminară a scadențarului unui proiect de consultanță, este suficient să se știe că doi membrii vor lucra doar cu normă parțială, în timp ce la definitivarea acestuia este obligatoriu să specifice care sunt consultanții disponibili pentru a fi nominalizați.

Calendarul proiectului cuprinde printre altele și resursele. Se indică perioada în care poate fi efectuată munca. Calendarul proiectului se aplică pe întreg ansamblu de resurse disponibile (de exemplu, anumite proiecte nu pot fi realizate decât în timpul orelor normale de lucru, în timp ce în altele trebuie lucrat câte trei schimburi pe zi cu program de 8 ore pe schimb).

Constrângerile au fost tratate în paragraful 3.1.1. Două categorii de restricții sunt importante în stabilirea *planning-ului* proiectului:

- **Datele impuse** cum ar fi transmiterea anumitor livrabile la termenele fixate de comun acord cu beneficiarul, sau din alte motive impuse de un anumit proces tehnologic.
- **Evenimentele cheie, sau jaloanele principale** se constituie din totalitatea datelor care au fost deja programate, sunt așteptate de toți partenerii implicați în proiect și nu mai pot să fie modificate decât cu mare dificultate. Alt exemplu constă în finalizarea unor livrabile ale proiectului la anumite termene stabilite contractual între conducătorul și beneficiarul proiectului, sau de alte părți implicate.

Ipotezele au fost tratate în paragraful 3.1.1.

Decalajele pozitive și negative reprezintă abaterile duratei diverselor activități care sunt inevitabile în derularea unui proiect. Toate legăturile logice ale diverselor activități pot necesita unele devansări sau întârzieri, (de exemplu, poate exista o întârziere de două săptămâni între comanda făcută pentru achiziția unei piese a unui echipament și utilizarea sa la montaj).

3.4.2. Instrumente și metode de elaborare a scadențarului

Analiza matematică este o metodă de cercetare bazată pe descompunerea, secvențierea concretă sau abstractă a obiectivelor proceselor în părțile lor componente, în elementele lor simple pentru stabilirea factorilor și a cauzelor de condiționare. Parcurgând drumul invers evoluției proceselor analiza permite evidențierea elementelor esențiale, a factorilor sau a cauzelor care le explică. Este vorba de calcularea datelor de început și de finalizare, cele mai devreme și cele mai târzii, a tuturor activităților

proiectului, fără a ține cont de disponibilitatea resurselor. Datele obținute nu constituie un planning, dar indică perioadele în cursul cărora activitățile ar trebui programate, ținând cont de disponibilitatea resurselor sau alte constrângeri cunoscute.

Cele mai utilizate tehnici de analiză matematică sunt:

- metoda Drumului Critic;
- metoda GERT;
- metoda PERT;
- metoda ABC;
- metoda Electre;
- metoda Monte Carlo;
- metoda Simplex.

Metoda Drumului Critic (DC) este o metodă de organizare, de planificare și de conducere a proiectelor complexe bazată pe teoria grafurilor având ca obiectiv programarea desfășurării în timp a proiectelor, urmărirea realizării și reactualizarea acestora. Se calculează într-o manieră deterministă data cea mai devreme și cea mai târzie de începere și terminare a fiecărei activități, pe baza unei rețele logice secvențiale definite și a unei estimări unice a duratelor. În centrul metodei drumului critic stă calculul marjei duratei fiecărei activități, pentru a determina activitățile cu cea mai mică libertate de ordonare. Algoritmii adiacenți metodei sunt adesea utilizați în alte tehnici de analiză matematică. Principalele noțiuni cu care se operează în metoda DC sunt: **activitate, eveniment, termen al activității, rezervă de timp, drum într-un graf – rețea și drum critic**. La baza folosirii metodei DC stă principiul divizării proiectului în părți componente la un nivel care să permită corelarea logică și tehnologică a activităților precum și stabilirea intercon condiționărilor dintre acestea. Pe baza listei de activități, astfel întocmită, se poate construi graful – rețea respectând următoarele reguli:

- într-un graf – rețea nu se admit circuite;
- unei activități *i* se asociază un segment asociat numit *arc*;
- succesiunea a două activități se reprezintă prin succesiunea a două arce adiacente;
- fiecare *activitate* are un moment cel mai devreme și altul cel mai târziu de începere respectiv cel mai devreme și altul cel mai târziu de încheiere;
- fiecărui arc *i* se asociază durata activității pe care o reprezintă, durată ce se înscrie în graful-rețea;
- orice activitate cel puțin o activitate precedentă și cel puțin una care îi succede, excepție făcând activitatea care începe cu evenimentul inițial – care nu are activitate precedentă – și cea care se termină cu evenimentul final – care nu are activitate care să-i succedă;

- nici o activitate nu poate să înceapă înainte de terminarea activităților precedente și nu se poate încheia după începerea activităților următoare pe care le condiționează;
- două activități care au comun evenimentul de începere nu pot avea comun evenimentul de terminare;
- de regulă, activitățile nu se dimensionează grafic la scară, iar pentru reprezentarea lor se recomandă folosirea liniilor drepte orizontale în sensul arcelor stânga-dreapta la circa 45^0 cu sensul S-V $\rightarrow$ N-E sau N-V $\rightarrow$ S-E;
- o activitate i, j se poate desfășura între termenul minim (cel mai devreme) al evenimentului i și termenul maxim (cel mai târziu) al evenimentului j;
- activitățile situate pe drumul critic nu au rezerve de timp.

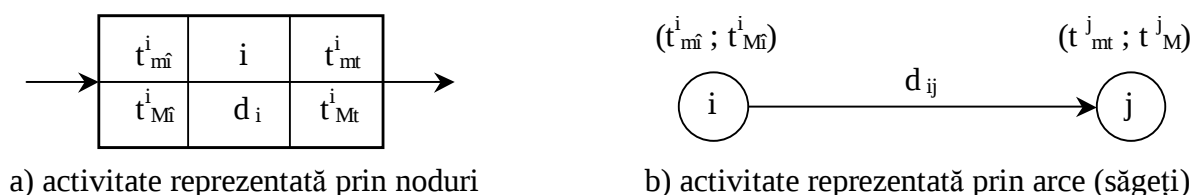


Fig. 3.9. Moduri de reprezentare a activităților

În metoda DC activitățile pot fi reprezentate prin arce sau prin noduri, de exemplu, pentru activitatea i, fiecare nod are șase compartimente, în care se înscriu:

- simbolul activității (i);
- durata activității (d_i);
- termenul minim - cel mai devreme posibil - de începere a activității ($t_{m\bar{i}}^i$);
- termenul minim - cel mai devreme posibil - de terminare a activității (t_{mt}^i);
- termenul maxim - cel mai târziu posibil - de începere a activității ($t_{M\bar{i}}^i$);
- termenul maxim - cel mai târziu posibil - de terminare a activității (t_{Mt}^i).

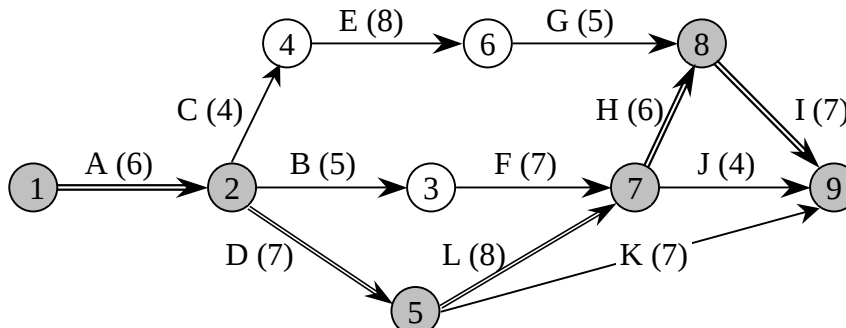


Fig. 3.10. Analiza drumului critic într-un graf – rețea

Folosirea metodei DC permite determinarea duratei minime posibile de realizare a unui proiect complex care nu este altul decât *drumul critic*.

Tabel 3.1.

Varianta 1		Varianta 2		Varianta 3		Varianta 4		Varianta 5		Varianta 6	
①	6	①	6	①	6	①	6	①	6	①	6
②	4	②	5	②	7	②	7	②	5	②	7
④	8	③	7	⑤	8	⑤	8	③	7	⑤	7
⑥	5	⑦	6	⑦	6	⑦	4	⑦	4	⑨	
⑧	7	⑧	7	⑧	7	⑨		⑨			
⑨		⑨		⑨							
30		31		34		25		22		20	

În cazul prezentat drumul critic trece prin nodurile 1 – 2 – 5 – 7 – 8 – 9 pentru care se obține o durată de 34 unități de timp (varianta 3). În măsura în care prevederile de timp au fost corect estimate, se poate aprecia că durata derulărilor tuturor activităților din cadrul proiectului nu va depăși 34 de unități de timp.

Metoda GERT (Graphical Evolution and Review Technique) permite tratarea probabilistică în ceea ce privește estimarea duratei activităților rețelei logice (adică, anumite activități pot să nu fie făcute, altele pot fi efectuate parțial iar altele pot fi efectuate de mai multe ori).

Metoda PERT / Program de Evaluare și Revedere Tehnică (Program Evaluation and Review Technique) este o metodă de programare și ordonare a activităților, lucrărilor, operațiilor etc.. Metoda se bazează pe teoria probabilităților și pe teoria grafurilor; este folosită în organizarea, planificarea și conducerea proiectelor complexe, unde nu există informații precise privind timpul sau costurile necesare executării întregului volum de activități. Metoda permite evaluarea probabilă a duratei de realizare a fiecărei activități. Primele aplicații ale metodei PERT datează din timpul celui de al doilea război mondial. Aplicarea metodei impune trecerea prin două faze:

- Analiza proiectului în care sunt cuprinse inventarul elementelor sale constitutive și identificarea ordinii de realizare a activităților. Se stabilește, apoi activitatea cea mai lungă din proiect, care este de obicei și cea mai importantă. Aceasta va determina timpul de execuție minim al proiectului care se numește “drum critic”.
- Definirea calendaristică de realizare a activităților cu respectarea ordinei de succesiune deja stabilite a fazelor și satisfacerea unor cerințe auxiliare ale proiectului. Ea utilizează rețelele logice secvențiale cu estimarea unei durate medii ponderate, pentru a calcula în final durata totală a proiectului.

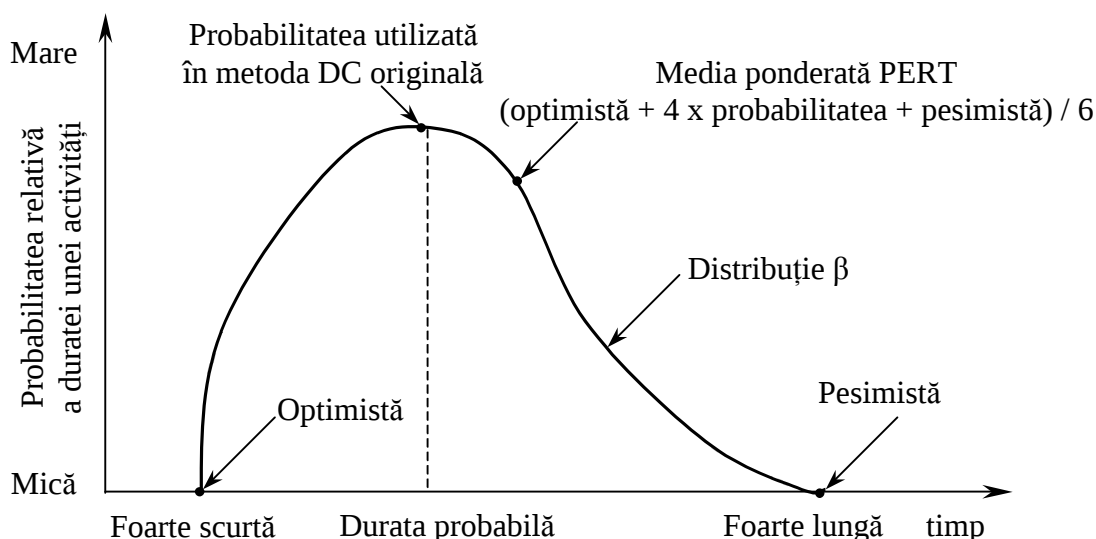


Fig. 3.11. Probabilitatea duratei de realizare a unei activități

În funcție de variabilele de bază cu care se operează, în cadrul metodei PERT se disting:

- metoda PERT-Timp, care este concentrată pe planificarea și ordonarea derulării activităților;
- metoda PERT-Costuri, prin care se urmărește reducerea costurilor;
- metoda PERT-Obligații, prin care este vizată o echilibrare cât mai judicioasă a sarcinilor privind munca ce trebuie îndeplinită.

Deși diferența dintre metoda PERT și metoda DC este mică, metoda PERT diferă mai ales prin aceea că utilizează valoarea medie a distribuției (valoarea așteptată) în locul valorii cu cea mai mare probabilitate utilizată în metoda DC originală, așa cum este ilustrat în figura 3.11. Metoda PERT propriu-zisă este rar utilizată astăzi, deși estimări de tip PERT sunt des utilizate în calculele metodei DC.

Metoda ABC a fost folosită inițial în analiza costurilor (*Activity Based Costing*). Este o metodă de programare, planificare, selectare și analiză în care se grupează elementele componente ale subiectului cercetat, în trei grupe. Se dă astfel posibilitatea de a lua o decizie corespunzătoare în funcție de ponderea pe care o are fiecare element în cadrul subiectului cercetat. Iată de pildă, din analiza activităților de realizare a unui produs nou, acestea pot fi împărțite după volumul duratei lor în trei grupe. În grupa A sunt cuprinse un număr relativ mic de activități, dar care reprezintă din punct de vedere al însumării duratei ponderea principală de 80% din totalul timpului de realizare. Grupa B va cuprinde un număr mai mare de activități, dar cu o valoare a timpului de lucru sensibil mai mică decât cele din grupa anterioară (15%). În grupa C se vor afla toate celelalte activități, care sunt foarte numeroase dar care au duratele însumate cu valoarea cea mai mică (5%). Membrii echipei își propun ca prioritate chiar din fazele de identificare, secvențierea și elaborarea scadențarului proiectului, să reducă timpul de realizare a noului produs ca urmare a cererii lui pe piață.

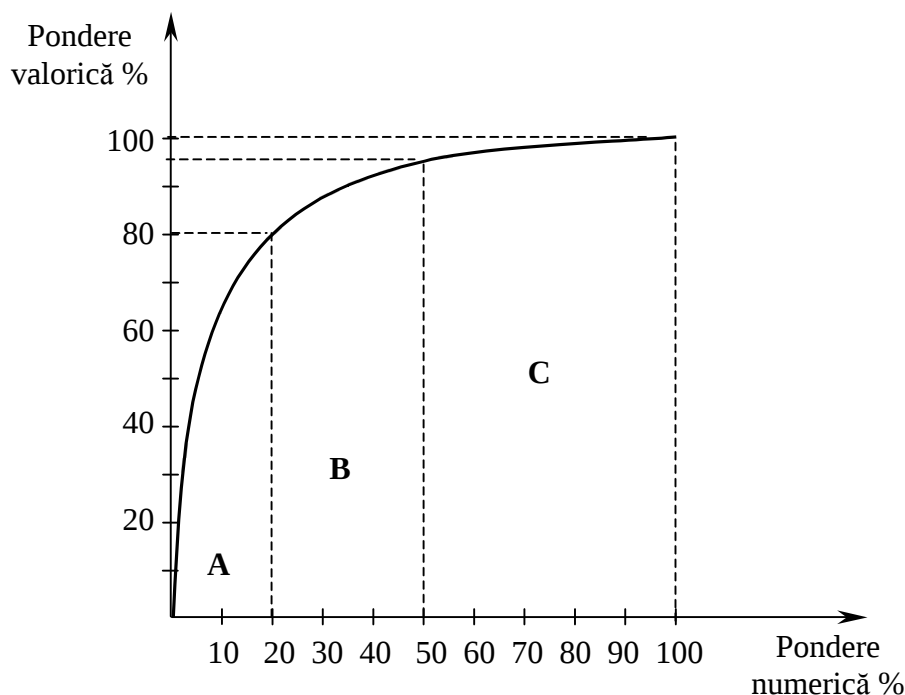


Fig. 3.12. Dependența pondere numerică pondere valorică

Prin aplicarea metodei ABC echipa trebuie să-și focalizeze întreaga activitate în special pe reducerea duratei activităților care se regăsesc în grupa A. În acest mod o reducere cu numai 5% a duratei acestei grupe conduc la o diminuare a duratei proiectului pe ansamblu de 4%.

În funcție de această grupare se pot stabili prioritățile, importanța și efectul măsurilor ce trebuie luate pentru diminuarea valorică a duratei procesului de fabricație la nivelul întreprinderii respective și încadrarea într-o perioadă impusă de factori externi. În faza de concepție, această metodă este aplicată pentru reducerea costurilor, împreună cu alte metode cum ar fi: Metoda Analizei Valorii, Metoda Analizei Morfologice, Metoda 6 – 4 – 3 – 5, etc..

Metoda Electre (E), este o metodă folosită în rezolvarea a numeroase probleme de decizie multidimensională (multicriterială) în condiții de certitudine, a cărei esență constă în faptul că alegerea variantei optime se face în urma analizei comparative a mai multor variante, după mai multe criterii, pe baza *indicatorului de concordanță* și a *indicatorului de discordanță*. Folosirea metodei E impune parcurgerea următoarelor etape:

- atribuirea unor note de apreciere (care pot fi normalizate la o anumită scară) pentru consecințele tuturor variantelor; în practică, aceste note de apreciere au fost înlocuite cu *unități*;
- ierarhizarea criteriilor ce se iau în considerare la alegerea variantei optime, prin asocierea la fiecare criteriu a unui coeficient de importanță; mărimea acestor coeficienți de importanță se poate stabili fie de decident, fie prin luarea în considerare a părerilor diferiților specialiști;

- calculul indicatorilor de concordanță și al indicatorilor de discordanță;
- compararea, cu ajutorul indicatorilor de concordanță și discordanță, a variantelor, două câte două, și surclasarea uneia din cele două variante.

Comprimarea duratelor reprezintă un caz particular de analiză matematică care deschide calea unei reduceri totale a duratei proiectului fără a modifica conținutul acestuia (de exemplu, pentru a respecta o dată impusă sau un alt obiectiv al scadențarului). Reducerea duratelor presupune tehnici, precum comprimarea termenelor sau accelerarea muncii la proiect prin suprapunerea unor activități. Comprimarea termenelor sau analiza echilibrului între costuri și termene, se face cu scopul de a vedea ce câștig maxim de timp se poate obține cu un cost suplimentar minim. Comprimarea termenelor nu reprezintă întotdeauna o alternativă valabilă și conduce adesea la creșteri ale costurilor.

Accelerarea prin suprapunere, urmărește să se efectueze în paralel activități ce ar trebui făcute în mod normal în serie (de exemplu, începerea achizițiilor de materiale și materii prime pentru un echipament complex înainte de terminarea documentației de execuție). Accelerarea prin suprapunere conduce, adesea, la reluări și în general, cresc riscurile.

Simularea a se vedea paragraful 3.3.2.

Metodele de nivelare a resurselor pot fi aplicabile cu ajutorul analizei matematice. Analiza matematică conduce adesea la o planificare preliminară care cere de-a lungul anumitor perioade mai multe resurse decât cele disponibile, sau necesită modificări ale nivelului resurselor negestionabile. Reguli de aplicare, precum "*atribuirea resurselor rare cu prioritate activităților critice*" pot fi utilizate pentru a pregăti un scadențar care respectă astfel de constrângeri. Nivelarea resurselor conduce adesea la lungirea duratei proiectului în raport cu planificarea preliminară. Această tehnică este uneori denumită "*planificare prin resurse*" mai ales dacă ea este realizată de calculator. Planificarea prin resurse limitate este un caz special al nivelării resurselor. Metoda constă într-o limitare cantitativă a resurselor disponibile.

Programele informatice de gestionare a proiectului sunt larg utilizate pentru a ajuta la pregătirea și elaborarea scadențarului. Aceste programe efectuează automat calculele matematice privind nivelarea resurselor și în consecință permit examinarea rapidă a mai multor variante. Sunt de asemenea utilizate pentru a edita și prezenta rezultatul dezvoltării scadențarului.

3.4.3. Date de ieșire din procesul de elaborare a scadențarului

Scadențarul proiectului reprezintă documentul care cuprinde cel puțin datele prevăzute pentru începerea și terminarea fiecărei activități a proiectului. De menționat că planificarea proiectului rămâne preliminară până când este confirmată alocarea resurselor umane și materiale. Acest lucru se face în general înainte de finalizarea

planului proiectului (prezentat în subcapitolul 1.1.). Scadențarul proiectului poate fi prezentat sub forma unui rezumat (planificare pe ansamblul proiect) sau ca un document detaliat. Deși scadențarul poate fi prezentat sub formă de tabel, mai des se utilizează una dintre reprezentările grafice următoare:

- **Graful proiectului** completat pentru fiecare activitate cu datele de începere și de terminare a acesteia, așa cum este exemplificat în figura 3.13. Aceste grafuri arată în același timp atât secvențierea cât și activitățile critice, vezi paragraful 3.2.3.

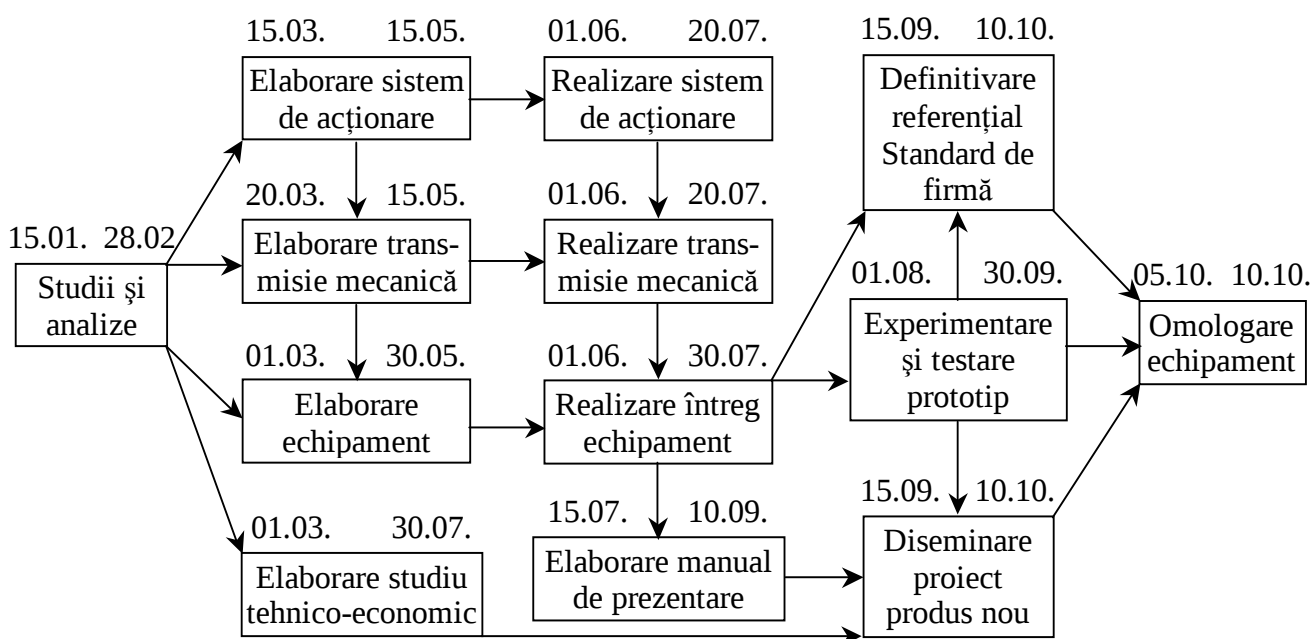


Fig. 3.13. Graful proiectului cu datele calendaristice

- **Tabelele cu jaloane** sunt similare diagramelor cu bare, dar nu cuprind decât termenul prevăzut, de începere sau de finalizare, a livrabilelor principale precum și legăturile externe ale acestora. Un astfel de tabel cu jaloane este prezentat în figura 3.14.

Activități planificate	Data de începere							
	Ian.	Febr.	Mart.	Apr.	Mai	Iunie	Iulie	August
Semnarea subcontractului		Δ ▽						
Specificații speciale			Δ ▽					
Revederea proiectului					Δ			
Încercarea subsistemelor						Δ		
Livrarea primelor unități							Δ	
Planul de fabricație								Δ

Fig. 3.14. Modul de reprezentare a tabelului cu jaloane

- **Diagrame cu benzi sau bare**, numite și diagrame Gantt indică datele de începere și de terminare, ca și durata fiecărei activități. În general, în schema de reprezentare nu sunt figurate legăturile dintre aceste activități. Reprezentarea grafică este ușor de citit și se utilizează frecvent pentru prezentarea factorilor de

conducere ai organizației a planului proiectului. În figura 3.15 este exemplificată o diagramă Gantt.

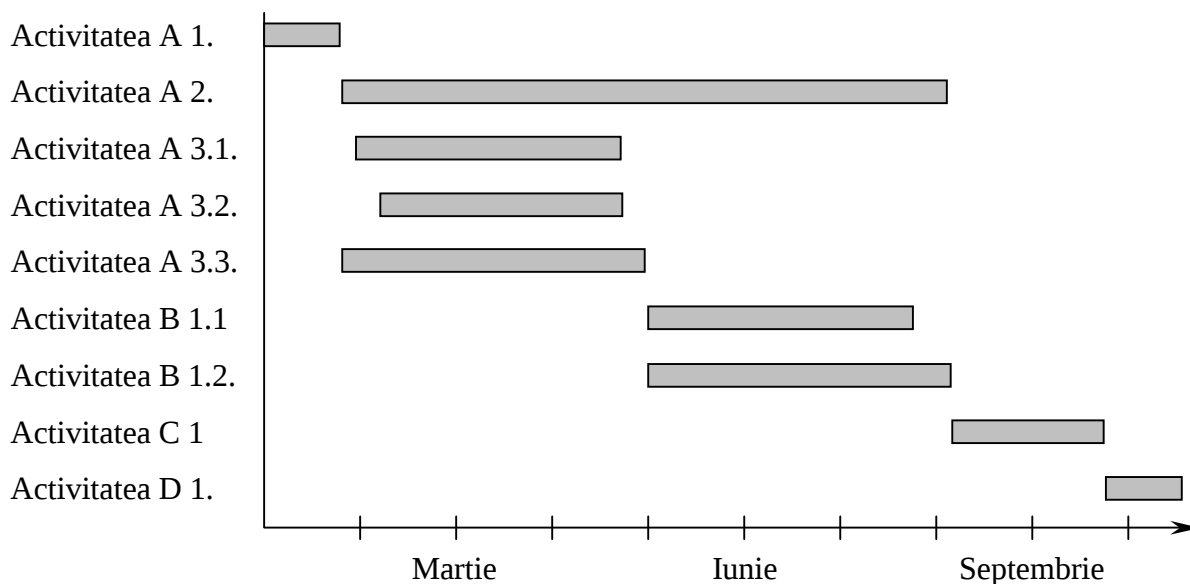


Fig. 3.15. Reprezentarea duratei activităților cu ajutorul diagramei cu benzi

- **Graful calendarului proiectului** constituie o combinație de diagrame rețea și de diagrame cu benzi sau bare. deoarece o astfel de reprezentare dă informații asupra derulării proiectului, asupra duratei și a modului de ordonare logică a activităților. Graful calendarului proiectului este prezentat în figura 3.16.

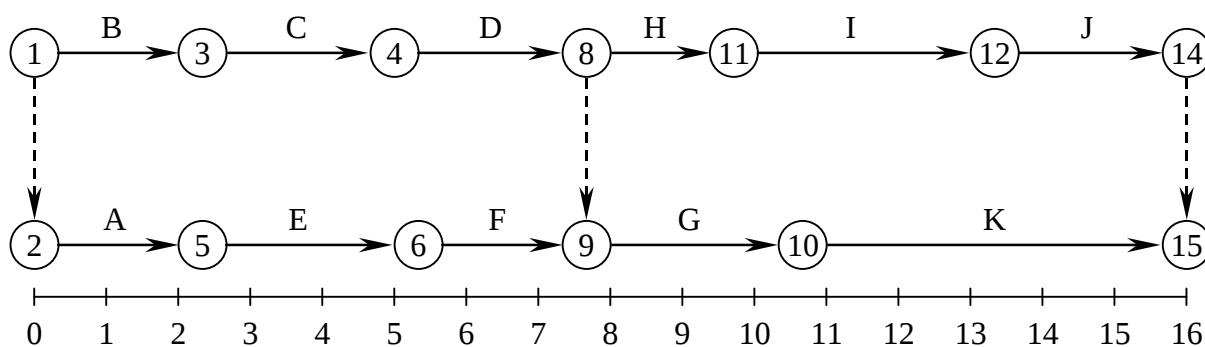


Fig. 3.16. Diagrama rețelelor calendar

Detaliile ajutătoare ale scadențarului proiectului conțin o serie de completări asupra tuturor constrângerilor și ipotezelor identificate. Informațiile cel mai des furnizate, cuprind printre altele:

- necesarul de resurse pe unitatea de timp, prezentate adesea sub forma unei histograme;
- scadențarele alternative care conțin cazuri favorabile sau defavorabile, resursele nivelate sau nenivelate, datele impuse sau cele neobligatorii;
- marjele planificării sau a ipotezelor riscului asupra scadențarului prezentate în paragraful 7.3.3.

Volumul acestor detalii variază în funcție de domeniul de aplicare, ca de exemplu:

- într-un proiect de construcție a unor echipamente complexe, este de preferat includerea documentelor precum: histograma resurselor, provizioanele de trezorerie, scadențarul comenzilor și al livrărilor;
- într-un proiect electronic de mică amploare, este suficientă histograma resurselor.

Planul de gestionare a scadențarului definește modul de identificare și înregistrare a modificărilor intervenite asupra scadențarului. Acest plan poate fi formal, sau neoficializat, foarte detaliat sau sumar. Întotdeauna se bazează pe datele generale ale proiectului.

Reactualizarea histogramei sarcinilor devine necesară pe măsura derulării proiectului. Nivelarea resurselor și reactualizarea listei activităților poate avea repercusiuni importante asupra estimărilor preliminare privind necesarul de resurse umane și materiale precum și asupra costurilor.

3.5. CONTROLUL SCADENȚARULUI ACTIVITĂȚILOR

Controlul scadențarului activităților monitorizează și gestionează modificările apărute pe durata de realizare a proiectului. Astfel, se urmărește ca modificările inevitabile, survenite pe ansamblul activităților proiectului să conducă, pe cât posibil, la diminuarea efectelor nefavorabile, cu scopul asigurării că aceste schimbări sunt benefice pentru realizarea și finalizarea proiectului. Acesta este strâns legat de celelalte procese de control (a se consulta subcapitolul 1.3. Gestionarea modificărilor) și urmărește:

- evidențierea, evaluarea și acționarea asupra factorilor care conduc la modificarea scadențarului, în sensul îmbunătățirii activităților din proiect;
- a constata dacă scadențarul a evoluat;
- a gestiona schimbările efective, atunci când acestea apar.

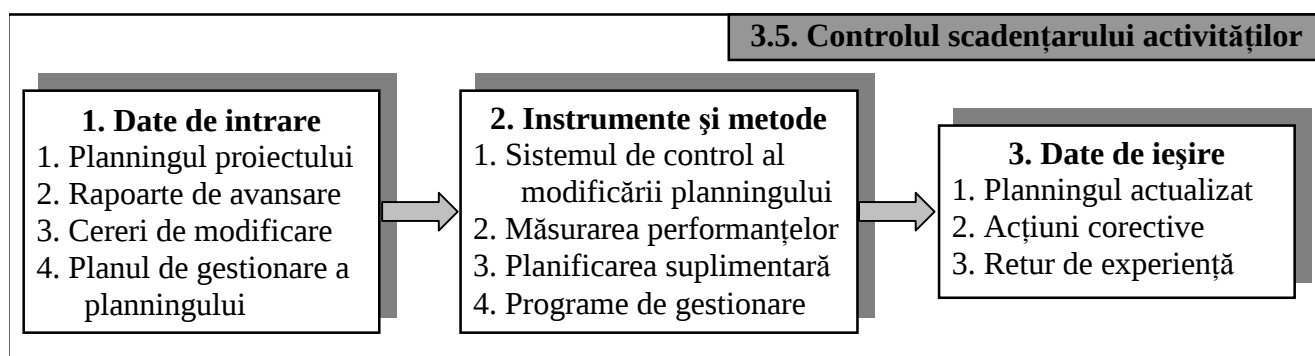


Fig. 3.17. Controlul scadențarului activităților proiectului

3.5.1. Date de intrare în procesul de control a scadențarului

Planningul proiectului este constituit din scadențarul proiectului avizat și aprobat de echipa de management, este descris în paragraful 3.4.3. Scadențarul proiectului aprobat, denumit *planning de referință*, este un element al planului proiectului, detaliat în paragraful 1.1.3. El constituie baza măsurării și constatării performanțelor în ceea ce privesc termenele de realizare ale activităților corelate cu alocarea resurselor.

Rapoartele de avansare, descrise în paragraful 8.3.3., dau informații asupra performanțelor reale ale termenelor la care s-au realizat activitățile. De exemplu, se constată dacă elemente de planificare au fost respectate sau nu. Evenimentele perturbatoare care nu sunt rezolvate în timp util, prezentate în rapoartele de avansare, pot să creeze tensiuni între membrii echipei de lucru, cu implicații negative asupra proiectiei proiectului în viitor.

Cererile de modificare se pot prezenta în forme multiple: formale (scrise) sau informale, directe sau indirecte, externe sau interne, contractuale sau opționale. Modificările pot antrena prelungirea sau reducerea termenelor de realizare a diverselor activități și odată cu ele și costurile.

Planul de gestionare a scadențarului a fost definit în paragraful 3.4.3.

3.5.2. Instrumente și metode pentru controlul scadențarului.

Sistemul de control al modificărilor scadențarului conține și descrie procedurile care trebuie parcurse pentru modificarea scadențarului. Acest document include oficializarea, sistemului de urmat și definirea nivelelor de autoritate necesare pentru aprobarea modificărilor. Acest sistem trebuie să facă parte integrantă din sistemul general de gestionare a modificărilor descris în subcapitolul 1.3.

Măsurarea performanțelor permite evaluarea impactului oricărei evoluții care apare în derularea proiectului și se face cu ajutorul tehnicilor de măsurare descrise în paragraful 7.3.2. Este foarte important ca în urma aplicării sistemului de control al scadențarului, dacă se constată abateri care conduc la creșterea duratei de realizare a proiectului, să se aplice acțiuni corective. De exemplu, o întârziere importantă asupra unei activități care nu este critică poate avea un efect minor asupra unui termen global, în timp ce o întârziere mult mai mică asupra unei activități critice sau subcritice impune acțiuni corective imediate.

Planificarea suplimentară este necesară deoarece puține proiecte se derulează în conformitate cu planul de realizare inițial, cu respectarea în totalitate a programului prevăzut. Evoluțiile efective ale proceselor de realizare cer, de cele mai multe ori, estimări ale duratelor unor activități ulterioare în condițiile noi apărute. Astfel, se impun

modificări în ordonarea activităților, sau studii privind elaborarea unor scadențare alternative.

Programele informatice de gestionare se constituie în instrumente valoroase de control al scadențarului proiectului. Aceste programe dau posibilitatea de a compara datele prevăzute cu datele reale și de a estima prin diverse simulări consecințele unei modificări reale sau potențiale a scadențarului. Ele sunt descrise în paragraful 3.4.2.

3.5.3. Date de ieșire din procesul de control a scadențarului

Planningul actualizat se obține prin gestionarea tuturor modificărilor aduse scadențarului cu scopul actualizării activităților proiectului. Părțile implicate în proiect, trebuie informate, dacă este cazul, de toate modificările intervenite în planului proiectului. Reactualizarea planificării poate sau nu să antreneze și reactualizarea altor elemente incluse în plan ca: resursele umane, materiale sau financiare. Revizuirile constituie o categorie specială de reactualizare. Ele sunt modificări ale datelor de începere și de finalizare conținute în scadențarul de referință aprobat. Aceste date nu sunt revizuite decât ca urmare a unei modificări a conținutului proiectului. În anumite cazuri, întârzierile peste limită, a termenelor de realizare creează deficiențe serioase, încât se impune o reactualizare a referinței de bază pentru a permite măsurarea realistă a performanțelor.

Acțiunile corective reprezintă orice acțiune făcută pentru a aduce performanțele așteptate ale duratei diverselor activități în limitele planului proiectului. Măsurile corective în domeniul gestionării termenelor necesită adesea, cheltuieli suplimentare pentru unele acțiuni luate în mod special prin care se asigură finalizarea oricărei activități la termenul dorit, sau cu cea mai mică întârziere posibilă.

Returul experienței este necesar pentru constituirea bazei de date istorice. Cauzele de deviație, rațiunile care motivează acțiunile corective alese și toate celelalte cunoștințe acumulate grație controlului scadențarului trebuie stocate, pentru a deveni parte integrantă a bazei de date istorice, atât pentru proiectul în cauză cât și pentru alte proiecte ale organizației.

BIBLIOGRAFIE

1. COVRIG, M., ș.a. *Managementul proiectelor*, AMCSIT Politehnica, Ed. Printech, București, 2002.
2. CONSTANTIN, D., IONESCU, S., *Managementul organizației*, Ed. Cartea Universitară, București, 2003.
3. FILIPOIU, I. D., MEIER, M., KUNZ, A., MÜLER, St., - Tehnologii și utilaje tehnologice * *Fabricație și costuri*, ed. PRINTEH București, 2003.
4. MORRIS, P. ș.a., *Managing Project Interfaces: Key Points for Project Success*, Englewood Cliffs, N.J.:Prentice-Hall.
5. OPRAN, C., ș.a. *Managementul proiectelor*, Ed. Comunicare.ro, București, 2002.
6. *** *Management de projet un referentiel de connaissances*, ed. AFNOR – Tour Europe, Paris 2001.
7. *** *ISO 10006:2003 (E), Sisteme de management al calității – Linii directoare pentru managementul calității în proiecte.*