

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IASI
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE
AN UNIVERSITAR 2016-2017

Managementul Proiectelor Software

ASIST.ING. CORINA CÎMPANU

Conținutul cursului

- ▶ **Capitolul 1.** Introducere în managementul proiectelor
- ▶ **Capitolul 2.** Metodologii de dezvoltare a programelor
- ▶ **Capitolul 3.** Justificarea financiară a proiectului
- ▶ **Capitolul 4.** Managementul domeniului
- ▶ **Capitolul 5.** Managementul timpului
- ▶ **Capitolul 6.** Managementul costului
- ▶ **Capitolul 7.** Managementul calității
- ▶ **Capitolul 8.** Managementul resurselor umane
- ▶ **Capitolul 9.** Conducerea echipei
- ▶ **Capitolul 10.** Managementul comunicării
- ▶ **Capitolul 11.** Managementul riscului
- ▶ **Capitolul 12.** Analiza deciziilor

Cursul nr. 5

MANAGEMENTUL TIMPULUI

Capitolul 5. Managementul timpului

Managementul timpului este utilizat pentru a asigura terminarea la timp a unui proiect. Există 5 procese principale necesare pentru a realiza un management de timp eficient:

1. **Definirea activităților** – presupune definirea activităților specifice necesare pentru a finaliza proiectul și pentru a produce toate livrabilele acestuia;
2. **Ordonarea activităților** – reprezintă identificarea interdependențelor dintre activități și a legăturilor cu intrările externe ale proiectului;
3. **Estimarea duratei activităților** – este bazată pe estimarea timpului necesar pentru finalizarea fiecărei activități;
4. **Dezvoltarea graficului de lucru** – vizează analizarea tuturor datelor disponibile pentru a stabili graficul de lucru sau programarea calendaristică (engl. "schedule") potrivit(ă) pentru proiect;
5. **Controlul graficului de lucru** – este realizat prin controlul modificărilor care au loc în proiect și care afectează graficul de lucru al acestuia.

Capitolul 5. Managementul timpului

1. Definirea activităților

- Principalul instrument necesar pentru definirea activităților, precum și pentru determinarea duratei și succesiunii acestora este *Structura de Descompunere a Activităților* (engl. "Work Breakdown Structure").
- Metoda este utilizată pentru a descompune proiectul în sub-proiecte mai ușor de gestionat.
- SDA definește nivelul de control cel mai de jos pe care trebuie să-l gestioneze managerul de proiect: nivelul *pachetului de activități* (engl. "work package").
- Din punctul de vedere al managerului unui sub-proiect, un pachet de activități poate fi împărțit la rândul său până la nivel de activitate sau sarcină individuală.

Capitolul 5. Managementul timpului

2. Ordonarea activităților

În faza de dezvoltare a SDA, se verifică dacă fiecare activitate are intrări corespunzătoare pentru lucrul aferent. Fiecare ieșire a unei activități trebuie să fie utilizată de o altă activitate sau să fie parte a unui livrabil al proiectului.

Dependențele dintre activități pot fi:

- **obligatorii:** definite de natura proiectului. De exemplu, testarea de tip „cutie albă” nu poate fi făcută decât după implementare;
- **discreționare:** definite de management. Rezultă de obicei din bunele practici în domeniu, de exemplu aplicarea unei metodologii de dezvoltare software. Trebuie să fie bine documentate deoarece limitează deciziile ulterioare de planificare;
- **externe:** definite din afara proiectului. De exemplu, testarea poate depinde de livrarea unor componente hardware dintr-o sursă externă.

Capitolul 5. Managementul timpului

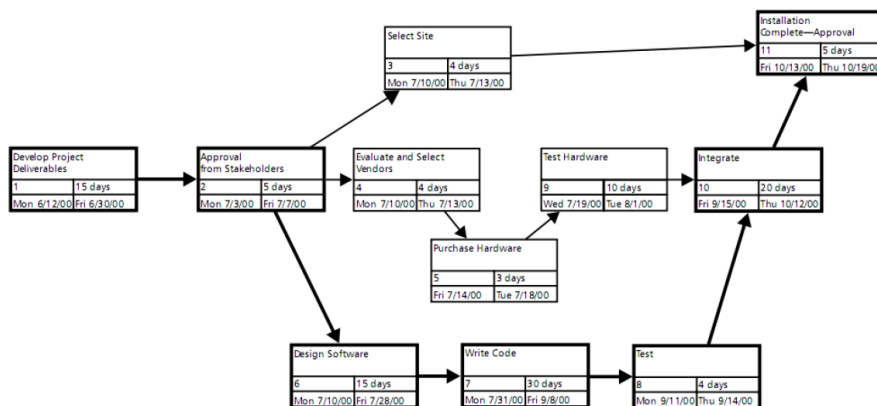
Ordonarea activităților – Metoda diagramei de precedență

Diagrama de precedență conține noduri reprezentate ca niște dreptunghiuri, cu orice informații necesare despre activități, precum numărul curent, descrierea, data de început și terminare, durata etc.

Activitățile sunt conectate prin săgeți care precizează relațiile logice ale graficului de lucru. Capătul săgeții indică activitatea dependentă. Sunt posibile 4 relații logice: sfârșit-început (FS), început-început (SS), sfârșit-sfârșit (FF), început-sfârșit (SF).

Capitolul 5. Managementul timpului

Ordonarea activităților – Metoda diagramei de precedență



Capitolul 5. Managementul timpului

Ordonarea activităților – Tipuri de dependențe

Sfârșit-început (Finish-to-start, FS)

O relație sfârșit-început reprezintă cel mai des întâlnit tip de dependență. În cadrul unei astfel de relații, activitatea succesoare poate începe doar după terminarea activității predecesoare.

Un raport trebuie scris înainte să poată fi publicat; O persoană trebuie să aibă un calculator înainte să-și poată instala programele de care are nevoie.

Început-sfârșit (Start-to-finish, SF)

În relația început-sfârșit, activitatea succesoare se poate termina doar înainte de începerea activității predecesoare.

Angajații pot începe să folosească o nouă procedură numai după ce au terminat pregătirea profesională pentru aceasta. În cazul în care utilizarea noii proceduri este întârziată, se dorește de asemenea întârzierea pregătirii, astfel încât aceasta să aibă loc cât mai târziu posibil înainte de punerea în aplicare. Acest exemplu de relație început-sfârșit nu se poate considera ca o relație sfârșit-început. Ideea este de a nu permite niciun fel de întârziere între pregătire și aplicare. Dacă noua procedură poate începe doar după ce se termină pregătirea (relație sfârșit-început), noua procedură poate începe în orice moment ulterior încheierii pregătirii, în funcție de modul în care alte relații o pot întârzia. Dacă activitatea de pregătire trebuie să se termine chiar înainte de începerea celeilalte activități, întârzierile activității ulterioare (de punere în aplicare) întârzie de asemenea și activitatea anterioară;

Schimbul 2 începe când se termină schimbul 1. Dar nu poate exista o perioadă între cele două schimburi în care nu lucrează nimeni. Dacă începutul schimbului 2 întârzie, trebuie să întârzie și sfârșitul schimbului 1.

Capitolul 5. Managementul timpului

Ordonarea activităților – Tipuri de dependențe

Început-început (Start-to-start, SS) Într-o relație început-început, activitatea succesoare poate începe doar în momentul în care începe activitatea predecesoare. De exemplu:

Când încep să se primească rezultatele unor alegeri, se poate începe centralizarea lor;

Când începe lucrul la un proiect, încep și activitățile de management. Sau activitățile de management încep cu n zile înainte de începerea lucrului la proiect. Activitățile de management și cele de lucru efectiv se desfășoară apoi în paralel o perioadă de timp.

Sfârșit-sfârșit (Finish-to-finish, FF)

Într-o dependență sfârșit-sfârșit, activitatea succesoare se poate termina doar când se termină activitatea predecesoare. De exemplu:

Se termină instalarea calculatoarelor în același moment cu terminarea mutării angajaților într-o clădire nouă, astfel încât angajații să poată folosi calculatoarele imediat;

Două divizii trebuie să termine rețehnologizarea liniilor lor de producție în aceeași zi astfel încât directorul să le poată inspecta pe amândouă.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metode de estimare a duratei

Metoda drumului critic are două categorii de variante:

► **variante deterministe:**

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

► **variante probabilistice:**

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

Capitolul 5. Managementul timpului

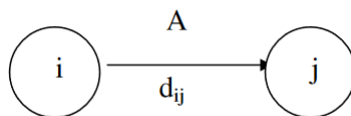
Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – terminologie (1)

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

Proces complex = ansamblu de activități necesare atingerii unui scop (succesive sau simultane) a căror succesiune logică alcătuiește un sistem organizat, reprezentat printr-un model matematic determinist, schematizat printr-un grafic rețea orientat.

Activitate = acțiune care duce la transformarea sau modificarea unei stări, cu consum de resurse.



	d_{ij}	
A		

Legendă:
A=activitate (i,j)
d = durata
i,j=evenimente

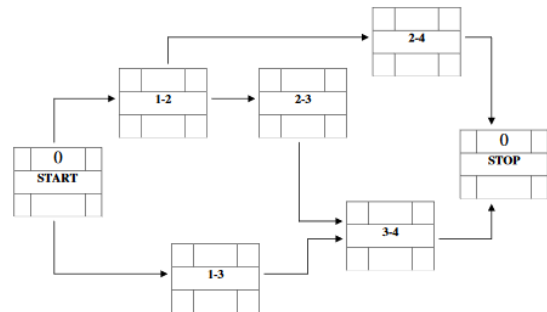
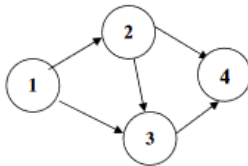
Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – terminologie (2)

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

Modelul procesului complex este un graf închis.



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – terminologie (3)

Tipuri de drumuri:

- Drum = un șir de activități consecutive
- Drum complet = drumul dintre nodul inițial și nodul final
- Drum critic = cel mai lung drum complet

Regulile de construire a grafului:

- Nu este o construcție la scară;
- Distanțele și unghiurile se aleg pentru a crea un graf clar;
- Trebuie să fie fluent – să ilustreze sensul de desfășurare a procesului;
- O activitate începe într-un nod și se termină într-un nod;
- Între două noduri este admisă o singură activitate;
- Nu sunt permise circuite.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic - Algoritm

Metoda drumului critic constă în identificarea activităților care influențează în mod hotărâtor durata totală necesară pentru derularea procesului complex analizat.

Sucesiunea în timp a acestor activități critice se numește drum critic, fiind drumul cu durata cea mai mare dintre toate drumurile complete posibile de format în structura grafului.

Asupra activităților critice trebuie orientată toată atenția analistului în vederea respectării limitelor de realizare a procesului complex și, dacă este cazul, a ajustării acestora.

Lista de parametri:

- 1) Termenul final T_f - data terminării procesului, se impune sau se calculează;
- 2) Termenul final T_i - data începerii procesului, se impune sau se calculează;
- 3) Termenele evenimentelor

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic - Algoritm

3) Termenele evenimentelor

- Termen minim – se calculează parcurgând graful în sensul activităților;

$$t_j^0 = \max(t_i^0 + d_{ij})$$

- Termen maxim – se calculează prin parcurgerea grafului în sens invers activităților;

$$t_j^1 = \max(t_i^1 + d_{ij})$$

4) Marja evenimentului

- $M=0$, eveniment critic;
- $M>0$, eveniment necritic;
- $M<0$, eveniment care va întârzia.

$$M_i = t_i^1 - t_i^0$$

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic - Algoritm

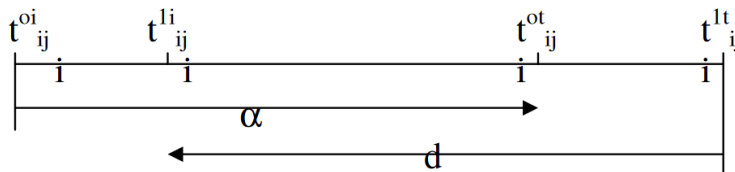
5) Termenele activităților

Termenul cel mai devreme = cel mai curând moment de începere posibil; $t_{ij}^{oi} = t_i^o$

Termenul cel mai devreme de terminare $t_{ij}^{ot} = t_{ij}^{oi} + d_{ij}$

Termenul cel mai târziu admisibil de începere $t_{ij}^{li} = t_{ij}^{lt} - d_{ij}$

Termenul cel mai târziu de terminare $t_{ij}^{lt} = t_j^l$



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic

Este un algoritm pentru planificarea unei mulțimi de activități. Se calculează datele când se pot termina unele activități cel mai târziu fără a întârzia proiectul precum și calea cea mai lungă a activităților planificate până la sfârșitul proiectului. Acest proces determină ce activități sunt critice (de exemplu, pe calea cea mai lungă) și ce activități au perioade de inactivitate sau decalaj, adică pot fi amânate fără a face proiectul mai lung.

Drumul critic este succesiunea de activități cu durata totală cea mai mare, care determină și cel mai scurt timp posibil pentru a finaliza proiectul. Orice întârziere a unei activități de pe drumul critic afectează direct data de terminare a proiectului.

Spre deosebire de costul total al proiectului, în care se sumează costurile tuturor activităților, durata proiectului este dată de suma duratelor activităților aflate numai pe drumul critic.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Rezervele activităților

R_t - rezerva totală;

R_l - rezervă liberă;

R_i - rezervă independentă;

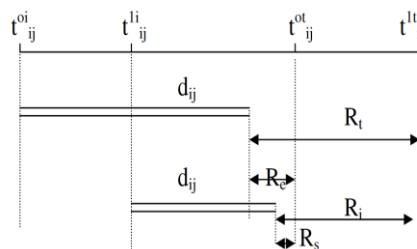
R_s - rezervă sigură.

Dacă

$R_t = 0$ – activitatea este una critică, iar procesul nu va fi întârziat;

$R_t > 0$ – activitate necritică;

$R_t < 0$ – activitate critică, procesul va fi întârziat.



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz: (1)

La finalul analizei structurale a unui proiect a rezultat următoarea listă de activități, cu dependențele impuse de procesul tehnologic:

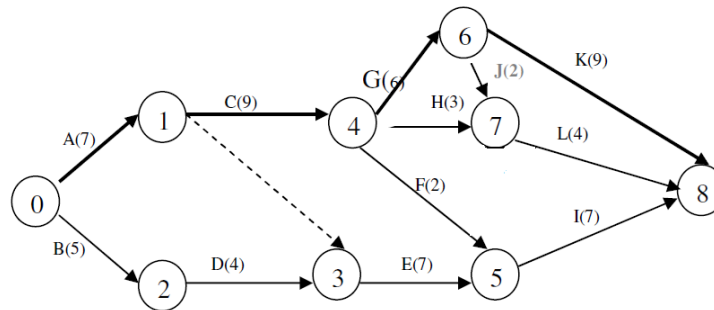
Activitatea	Predecesorul direct	Durata [z]
A	-	7
B	-	5
C	A	9
D	B	4
E	A,D	7
F	C	2
G	C	6
H	C	3
I	E,F	7
J	G	2
K	G	9
L	H,J	4

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz: (2)



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz: (3) Pașii de calcul:

I. Pasul înainte (Forward Step)

- Se calculează termenii minimi ai evenimentelor;
- Parcurgerea se realizează de la activitatea inițială spre activitatea finală;
- Valorile termenilor rezultați se trec în căsuța superioară.

Termenul minim al evenimentului i reprezintă cel mai timpuriu moment când poate avea loc respectivul eveniment T_E (Earliest Time).

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

Unde:

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

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

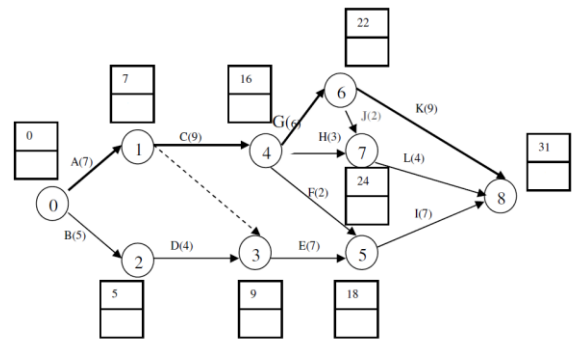
Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz: (4)

$$\begin{aligned}
 T_{E0} &= 0; \\
 T_{E1} &= \max\{0 + 7\} = 7; \\
 T_{E2} &= \max\{0 + 5\} = 5; \\
 T_{E3} &= \max\{7 + 0, 5 + 4\} = \max\{7, 9\} = 9; \\
 T_{E4} &= \max\{7 + 9\} = 16; \\
 T_{E5} &= \max\{5 + 4 + 7, 7 + 9 + 2\} = \max\{16, 18\} = 18; \\
 T_{E6} &= \max\{7 + 9 + 6\} = 22; \\
 T_{E7} &= \max\{22 + 2, 16 + 3\} = \max\{24, 19\} = 24; \\
 T_{E8} &= \max\{22 + 9, 24 + 4, 18 + 7\} = \max\{31, 28, 25\} = 31.
 \end{aligned}$$



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz: (5)

II. Pasul înapoi (Backward Step)

Se calculează termenii maximi ai evenimentelor;

Parcursul grafului se realizează de la evenimentul final spre evenimentul inițial;

Termenul maxim al evenimentului i este cel mai târziu moment când poate să aibă loc acel eveniment T_L Latest Time.

$$T_{Li} = T_{En} - \max\{L(D_{in})\} = \min\{T_{En} - L(D_{in})\}$$

Unde:

T_{En} - reprezintă termenul minim al evenimentului final al proiectului;

D_{in} - reprezintă unul din traseele posibile de la evenimentul i la evenimentul final al proiectului.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz:

$$T_{L8} = 0;$$

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

$$T_{L6} = \min\{31 - 9, 27 - 2\} = \min\{22, 25\} = 22;$$

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

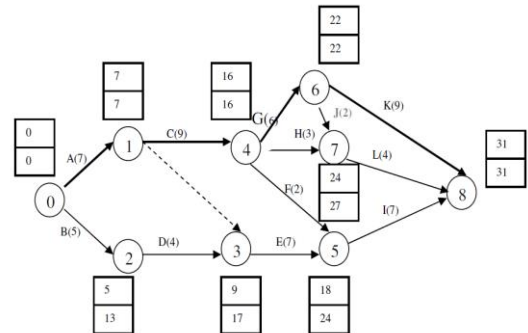
$$T_{L4} = \min\{22 - 6, 27 - 3, 24 - 2\} = \{16, 24, 22\} = 16;$$

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

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

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

$$T_{L0} = \min\{7 - 7, 13 - 5\} = \min\{0, 8\} = 0.$$



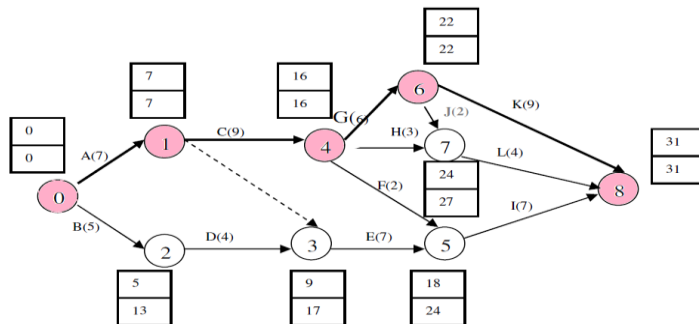
Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz:

Identificăm evenimentele critice, evenimentele care au $T_{Ei} = T_{Li}$ (nu au rezervă) și evenimentele necritice care au $T_{Ei} \neq T_{Li}$. Drumul critic va parcurge evenimentele critice în sensul evenimentului inițial spre evenimentul final și va fi reprezentat de drumul cu durata maximă din graf.



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz:

III. Calcul termene și rezerve de timp

Fie a_{ij} activitatea și d_{ij} durata asociată acesteia. Se vor calcula următorii termeni:

- termenul minim de start $T_S^{min}(i, j) = T_{Ei}$
- termenul minim de finalizare $T_F^{min}(i, j) = T_S^{min}(i, j) + d_{ij}$;
- termenul maxim de finalizare $T_F^{max}(i, j) = T_{Lj}$;
- termenul maxim de start $T_S^{max}(i, j) = T_F^{max}(i, j) - d_{ij}$.

Dacă o activitate este startată respectând termenul minim de start aceasta evoluează conform **programului minorant**.

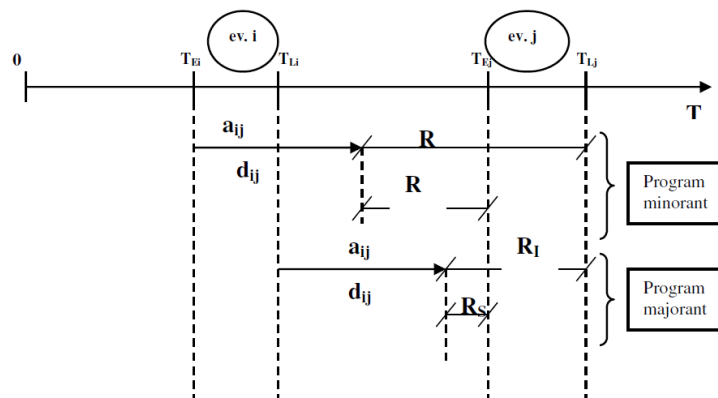
Dacă o activitate este startată conform termenului maxim de start aceasta evoluează conform **programului majorant**.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz:



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz:

IV. Calculul rezervelor de timp

- Conform programului minorant:

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

$$R_T(i, j) = T_{Lj} - (T_{Ei} + d_{ij}) = T_F^{max}(i, j) - T_F^{min}(i, j);$$

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

$$R_L(i, j) = R_T(i, j) - (T_{Lj} - T_{Ej}) = T_{Ej} - (T_{Li} + d_{ij}).$$

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz:

- Conform programului majorant:

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

$$R_I(i, j) = T_{Lj} - (T_{Li} + d_{ij});$$

Rezervă sigură – reprezintă intervalul maxim de timp cu care poate fi întârziată o activitate a_{ij} , startată conform programului majorant, astfel încât durata totală a proiectului să nu fie depășită și nici rezervele de timp ale activităților predecesoare/ succesoare să nu fie afectate.

$$R_S(i, j) = \max\{T_{Ej} - (T_{Li} + d_{ij}), 0\}.$$

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda drumului critic – Critical Path Method (CPM)

Studiu de caz:

Dacă pentru o activitate a_{ij} , rezerva totală $R_t = 0$, atunci $R_L = R_I = R_S = 0$ și spunem despre activitatea respectivă că este o **activitate critică**.

Dacă pentru o activitate $R_T \neq 0$, atunci activitatea respectivă este o **activitate necritică**.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT (1)

Tehnica de evaluare și examinare a programelor (engl. "Program Evaluation and Review Technique", PERT) a fost dezvoltată pentru analiza proiectelor în care există incertitudine asupra duratei activităților.

Metoda PERT este asemănătoare metodei drumului critic (CPM), abordând însă problema planificării proiectului din punct de vedere probabilistic.

Astfel, în cadrul metodei PERT sunt necesare trei estimări de timp pentru fiecare activitate:

t_{oij} - durata optimistă (minimă) pentru realizarea activității (i, j).

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

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

Se mai calculează în plus și

t_{eij} - durata medie a activității.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT (2)

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

Pentru a calcula durata medie a fiecărei activități aparținând aceluiași proiect, se utilizează una dintre cele două formule statistice, în funcție de tipul proiectului sau în funcție de familia de proiecte din care face parte:

$$t_{eij} = \frac{t_{oij} + 4t_{mij} + t_{pij}}{6}$$

$$t_{eij} = \frac{t_{oij} + 3t_{mij} + 2t_{pij}}{6}$$

Gradul de nesiguranță rezultat din estimarea duratei unei activități a_{ij} se apreciază prin intermediul dispersiei:

$$\sigma_{eij}^2 = \frac{(t_{pij} - t_{oij})^2}{36}$$

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT (3)

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

$$T_e = \sum_{(i,j) \in DC} t_{eij}$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{(i,j) \in DC} \sigma_{(i,j)}^2$$

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

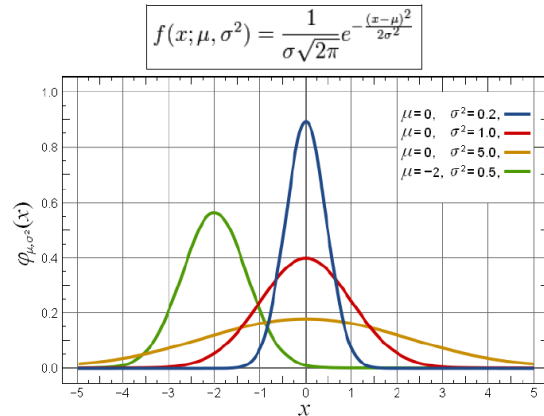
$$Z = \frac{T_P - T_E}{\sqrt{\sigma_p^2}}$$

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Distribuții (1)

Multe fenomene naturale sunt modelate bine de distribuția normală.



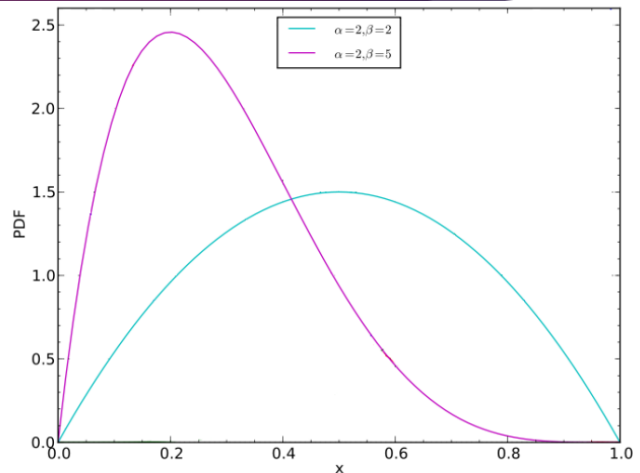
Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Distribuția Beta (1)

Pentru activitățile specifice proiectelor, s-a constatat că distribuția beta este mai potrivită, dar distribuția normală rămâne suficient de bună din punct de vedere practic.

$$\begin{aligned} f(x; \alpha, \beta) &= \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{\int_0^1 u^{\alpha-1}(1-u)^{\beta-1} du} \\ &= \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} \\ &= \frac{1}{B(\alpha, \beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} \end{aligned}$$



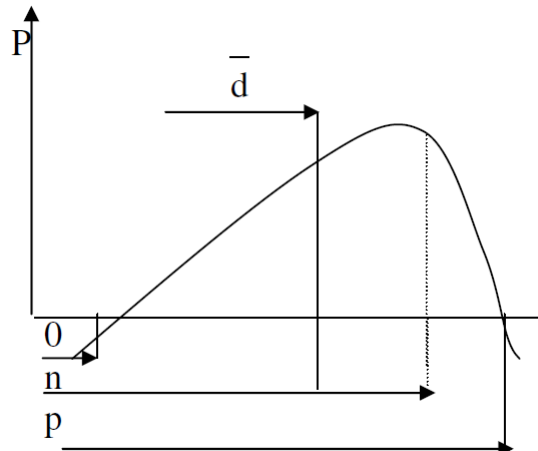
Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Distribuția Beta (2)

Caracteristicile distribuției Beta:

- Este asimetrică;
- Este finită;
- Media valorilor $d_{ij} = \frac{o+4n+p}{6}$
- Dispersia valorilor $\sigma_{ij}^2 = \left(\frac{p-o}{6}\right)^2$



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Distribuția Beta (3)

Ipoteza I

Durata activității urmează o repartiție Beta

Problema inițială : Fie $P_0 = \{G, o, n, p\}$, unde G este graful procesului

Problema transformată: Fie $P_t = \{G, d_{ij}, \sigma_{ij}^2\}$

Rezolvarea:

- Se calculează duratele medii pentru activitățile proiectului;
- Folosind graful și tabelul cu duratele medii se estimează durata drumului critic conform metodei CPM;

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Distribuția Beta (4)

Ipoteza II

Durata drumului critic urmează o distribuție normală în condițiile:

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

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT (5)

Cu ajutorul factorului Z se va determina probabilitatea de finalizare a proiectului în termenul prestabilit T_p .

Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
0	0.5	1	0.8413	2	0.9772	3	0.9987	-2.1	0.0179	-1.1	0.1357	-0.1	0.4602
0.1	0.5398	1.1	0.8613	2.1	0.9821	-3	0.0013	-2	0.028	-1	0.1587	0	0.5
0.2	0.5793	1.2	0.8849	2.2	0.9861	-2.9	0.0019	-1.9	0.0287	-0.9	0.1841		
0.3	0.6179	1.3	0.9032	2.3	0.9893	-2.8	0.0026	-1.8	0.0359	-0.8	0.2119		
0.4	0.6554	1.4	0.9192	2.4	0.9918	-2.7	0.0035	-1.7	0.0446	-0.7	0.242		
0.5	0.6915	1.5	0.9332	2.5	0.9938	-2.6	0.0047	-1.6	0.0548	-0.6	0.2743		
0.6	0.7257	1.6	0.9452	2.6	0.9953	-2.5	0.0062	-1.5	0.0668	-0.5	0.3085		
0.7	0.758	1.7	0.9554	2.7	0.9965	-2.4	0.0082	-1.4	0.0808	-0.4	0.3446		
0.8	0.7881	1.8	0.9641	2.8	0.9974	-2.3	0.0107	-1.3	0.0968	-0.3	0.3821		
0.9	0.8159	1.9	0.9713	2.9	0.9981	-2.2	0.0139	-1.2	0.1151	-0.2	0.4207		

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Studiu de caz (1)

În urma analizei structurale a unui proiect de cercetare, a rezultat următoarea listă a activităților, având estimate duratele optimiste, posibile și pesimiste din tabelul următor:

Activitatea	Predecesor direct	Durata Optimistă [z]	Durata Probabilă [z]	Durata Pesimistă [z]
A	-	1.5	2	4
B	-	2	3	4
C	A	1.3	2	3
D	B	2	4	5
E	B	2	3	4
F	C, D	1.5	2	4
G	E	2	4	5

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Studiu de caz (2)

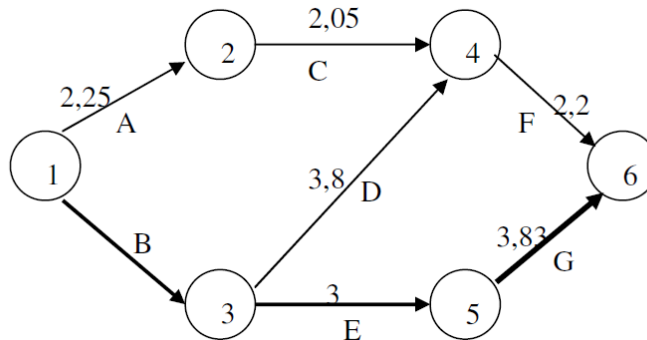
Calculăm duratele medii și dispersiile activităților:

Activitatea	Durata medie	Dispersia
A	2.25	0.1736
B	3	0.111
C	2.05	0.08
D	3.83	0.25
E	3	0.111
F	2.25	0.173
G	3.83	0.25

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Studiu de caz (3)



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Studiu de caz (4)

Aplicăm în continuare metoda drumului critic considerând graful de precedență și duratele medii calculate:

1. Termenele minime ale activităților:

$$T_{E1} = 0;$$

$$T_{E2} = \max\{0 + 2.25\} = 2.25;$$

$$T_{E3} = \max\{0 + 3\} = 3;$$

$$T_{E4} = \max\{2.25 + 2.05; 3 + 3.8\} = \max\{4.30; 6.8\} = 6.83;$$

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

$$T_{E6} = \max\{6.83 + 2.25; 6 + 3.83\} = \max\{9.08; 9.83\} = 9.83.$$

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Studiu de caz (5)

2. Termenele maxime ale activităților:

$$T_{L6} = 9.83 = T_{E6};$$

$$T_{L5} = \min\{9.83 - 3.83\} = 6 = T_{E5};$$

$$T_{L4} = \min\{9.83 - 2.25\} = 7.58;$$

$$T_{L3} = \min\{7.58 - 3.83; 6 - 3\} = \{3.75; 3\} = 3 = T_{E3};$$

$$T_{L2} = \min\{7.58 - 2.05\} = 5.53;$$

$$T_{L1} = \min\{5.53 - 2.25; 3 - 3\} = \{3.28; 0\} = 0 = T_{E1}.$$

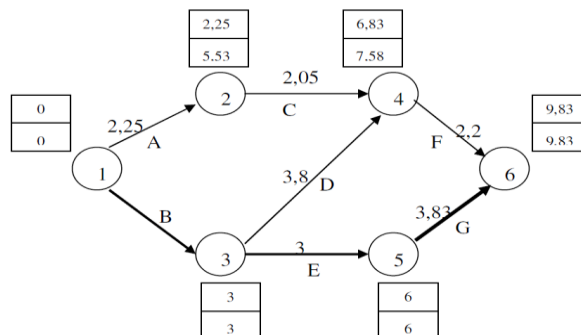
Identificăm calea critică între evenimentele critice 1-3-5-6, pe drumul critic dat de secvența activităților B-E-G.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Studiu de caz (6)

Identificăm calea critică între evenimentele critice 1-3-5-6, pe drumul critic dat de secvența activităților B-E-G.



Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Metoda PERT – Studiu de caz (7)

Durata estimată a drumului critic va fi:

$$T_E = T_{E1,3} + T_{E3,5} + T_{E5,6} = 3 + 3 + 3.83 = 9.83;$$

Iar dispersia totală va avea valoarea:

$$\sigma_p^2 = \sigma_{e1,3}^2 + \sigma_{e3,5}^2 + \sigma_{e5,6}^2 = 0.111 + 0.111 + 0.250 = 0.472$$

Dacă considerăm că timpul de finalizare a proiectului este $T_F = 10$ zile și calculăm factorul Z :

$$Z = \frac{T_F - T_E}{\sqrt{\sigma_p^2}} = \frac{10 - 9.83}{0.687} = 0.247$$

Conform tabelului de probabilități $Z = 0.247$ corespunde unei probabilități de realizare $P = 57\%$, această valoare fiind considerată optimă.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Simularea Monte Carlo

Metoda PERT face o presupunere problematică, aceea că drumul critic va conține întotdeauna aceeași mulțime de activități. Însă, în funcție de duratele reale, este posibil ca activitățile de pe drumul critic să se modifice, afectând data de terminare estimată a proiectului.

Într-o **simulare Monte Carlo**, durata fiecărei activități are asociată o distribuție de probabilitate. Se realizează un număr mare de simulări și se determină o distribuție de probabilitate pentru data de terminare a proiectului.

Acest rezultat este de obicei prezentat ca o histogramă sau ca o probabilitate cumulativă ca proiectul să fie terminat înaintea unei date anume. Datorită modificării drumului critic, este posibil ca unele date de la începutul și sfârșitul intervalului să fie mai probabile, cu date mai puțin probabile între ele.

Prin simulări se poate obține și **indexul de criticalitate** al activităților, care reprezintă procentul din simulări în care o activitate este pe drumul critic.

Exemplu: Dacă sunt realizate 1000 de simulări și în 212 dintre acestea o activitate este pe drumul critic, indexul său de criticalitate este de 21,2%.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Nivelarea resurselor și optimizarea grafului

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

- Durata totală a realizării proiectului;
- Lista activităților critice și a termenelor obligatoriu de respectat;
- Parametrii activităților din cadrul proiectului (termene, marje, rezerve);
- Gradul de utilizare al resurselor, intensitatea lucrărilor și locurile înguste.

căutând alternative pentru:

- Repartizarea uniformă a resurselor în timp;
- Limitarea consumului la o limită disponibilă;
- Modul de utilizare a graficului Gantt;
- Glisarea activităților necritice în funcție de rezervă astfel încât să nu se supra-aloce resursele disponibile.

Capitolul 5. Managementul timpului

Estimarea duratei activităților proiectului

Nivelarea resurselor și optimizarea grafului (2)

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

În acest scop se recomandă parcurgerea următorilor pași:

- Se analizează structura grafului rețea în sensul oportunității tuturor activităților și în cel al condițiilor de obligativitate a succesiunii acestora. Este posibilă găsirea unei variante a modelului cu mai multe activități desfășurate în paralel.
- Se stabilesc cele mai raționale măsuri de scurtare a duratelor activităților critice și obținerea unei durate totale de execuție egală cu cea planificată. Se caută în primul rând o mai bună utilizare a resurselor interne și a celor de natură intensivă.
- O altă cale de reducere a duratei activităților o constituie modificarea proiectului prin schimbarea soluțiilor constructive și/sau tehnologice ale componentelor sale.
- Dacă măsurile anterioare se dovedesc a fi ineficiente, se poate apela la alocări de resurse suplimentare, externe și de natură extensivă sau modificarea termenului final planificat.

Capitolul 5. Managementul timpului

Considerente practice

3. Scopul planificării

Toate planificările au **trei scopuri principale**, indiferent dacă este vorba de o petrecere în week-end sau de actualizarea unui site web:

1. Primul și cel mai bine cunoscut este de a crea angajamente asupra momentului când vor fi făcute anumite activități. Graficul de lucru oferă o formă de contract pentru fiecare persoană din echipă, confirmând ceea ce trebuie livrat sau realizat în următoarele zile, săptămâni sau luni;

2. Al doilea scop al planificării este încurajarea tuturor celor care contribuie la proiect să își vadă eforturile ca parte a unui întreg și să se străduiască ca părțile proprii să se îmbine cu ale altora. Câtă vreme nu există o primă variantă a unui grafic de lucru care să specifice datele când activitățile trebuie finalizate, toată lumea va lucra pe cont propriu, fără să se gândească cum rezultatele proprii îi vor afecta pe ceilalți. Când există un grafic de lucru, se pot pune întrebări asupra realismului unor cerințe și se pot face comparații între ce se dorește să realizeze proiectul și ce pare să fie posibil într-o anumită perioadă de timp. O *funcție de forțare* (engl. "forcing function") este orice eveniment care determină o schimbare în perspectivă, atitudine sau comportament. Planificările sunt funcții de forțare importante pentru proiect. Chiar dacă graficul de lucru nu se respectă, se mărește sau trece prin multe alte modificări, angajamentele și conexiunile făcute de persoanele din echipă se vor păstra;

Capitolul 5. Managementul timpului

Considerente practice

Scopul planificării

3. Al treilea scop al planificării este de a oferi echipei un instrument pentru monitorizarea progresului și pentru descompunerea volumului de lucru în elemente gestionabile. Descompunerea în activități cu durată de 1 sau 2 zile îi ajută pe oameni să înțeleagă mai bine ce trebuie să facă.

Cu cât este mai mare și mai complex un proiect, cu atât este mai importantă planificarea. În proiectele mari există mai multe dependențe între oameni, iar deciziile și sincronizările au șanse mai mari să îi afecteze pe ceilalți. Dacă apare o întârziere de o zi la o echipă mică, aceasta se poate recupera: o persoană lucrează peste program într-o zi sau întreaga echipă își redistribuie sarcinile pentru a compensa întârzierea. Într-un proiect mai mare, cu sute de persoane, o întârziere de o zi poate provoca un efect în cascadă și creează probleme dincolo de capacitatea unei singure echipe de a le recupera.

Planurile perfecte nu rezolvă toate problemele pe care le au proiectele. Un plan nu poate remedia proiectarea sau practicile ingineresti greșite și nici nu poate proteja proiectul de o conducere slabă, obiective neclare și comunicare deficitară. Până la urmă, cineva trebuie să folosească planurile ca un instrument de gestionare și conducere a proiectului.

Capitolul 5. Managementul timpului

Considerente practice

4. Calitatea estimării

Planificările sunt doar niște predicții. Oricât de minuțioase sau convingătoare ar arăta, ele reprezintă sumarea unui număr mare de estimări mărunte, fiecare activitate fiind predispusă la apariția unor diverse probleme. Planificările de calitate sunt realizate numai de managerii care au cunoștințe detaliate despre întreg procesul de dezvoltare software.

O planificare nu trebuie să fie perfectă, trebuie să fie doar suficient de bună pentru ca echipa să creadă în ea, să asigure o bază pentru monitorizare și realizarea ajustărilor și să aibă o probabilitate de succes care satisface clientul sau sponsorul proiectului.

Estimările bune se realizează doar pentru cerințe și proiecte credibile și sunt posibile doar dacă există două lucruri: informații bune și ingineri buni.

Dacă managerii admit estimări mai puțin exacte și deci un risc mai mare al planificării, atunci aceste estimări sunt acceptabile. Pentru proiecte mici și de scurtă durată, astfel de estimări sunt suficiente. Cerințele se pot schimba des, iar natura organizației poate cere o structură mai flexibilă. Nu e nimic în neregulă cu estimările de o calitate slabă atâta timp cât nimeni nu le confundă cu unele de calitate ridicată.

Capitolul 5. Managementul timpului

Considerente practice

5. Modalități de optimizare a estimării

1. *Stabilirea unor intervale de încredere pentru estimări:* o presupunere – 40%, o estimare bună – 70%, o analiză detaliată – 90%;

2. *Programatorii șefi trebuie să stabilească standardul de calitate pentru estimări, conform nevoilor echipei;*

3. *Programatorii trebuie crezuți.* Presiunile trebuie aplicate doar ca o măsură de echilibrare: programatorii tind să dea estimări mai mari pentru sarcinile care nu le plac și estimări mai mici pentru cele care le plac. Uneori sunt utile estimări multiple, de la doi dezvoltatori diferiți;

4. *Estimările depind de înțelegerea scopurilor proiectului.* Estimările nu depind numai de interpretarea specificațiilor de către programatori, ci și de scopurile de nivel înalt ale proiectului;

5. *Estimările trebuie să se bazeze pe experiența anterioară.*

Capitolul 5. Managementul timpului

Considerente practice

Omisunile frecvente

Riscurile cele mai mari ale unei planificări apar din lucrurile nescrise, de exemplu dacă un membru important al echipei se îmbolnăvește sau pleacă în concediu. Următoarea listă de întrebări poate ajuta la detectarea din timp a unor probleme de planificare:

1. Au fost incluse într-o anumită formă în graficul de lucru zilele de concediu de odihnă sau medical?
2. Au acces membrii echipei la graficul de lucru și li se cere să raporteze progresul în mod regulat?
3. Există cineva care să monitorizeze graficul general de lucru, zilnic sau săptămânal? Are acea persoană suficientă autoritate pentru a pune întrebări sau a face corecții?
4. A contribuit echipa la definirea planului de lucru sau acesta a fost realizat la un nivel superior? Echipa simte că este parte a planificării?
5. Au fost încurajați și sprijiniți membrii echipei să refuze noi sarcini de lucru care nu se încadrează în viziunea și obiectivele proiectului?
6. Graficul de lucru presupune mai puține ore de muncă efectivă în perioada sărbătorilor? De exemplu Crăciunul și Paștele sunt perioade cu productivitate mai scăzută.

O scăpare de la începutul procesului care va fi descoperită mai târziu va avea un impact ramificat asupra proiectului. Dacă echipa are o probabilitate de 90% de a respecta graficul de lucru în fiecare săptămână, în timp șansele nerespectării planului cresc continuu.

Capitolul 5. Managementul timpului

Considerente practice

Recomandări

Deoarece graficul de lucru este o imagine a întregului proiect, singura cale de a-l folosi în mod eficient este de a înțelege tot ce trebuie să se întâmple pentru a asigura succesul proiectului. Este o sarcină interdisciplinară, nu doar o activitate de inginerie sau de management.

1. *Lungimea punctelor de referință trebuie să se potrivească cu volatilitatea proiectului.* Cu cât se așteaptă mai multe schimbări, cu atât punctele de referință (engl. "milestones") trebuie să fie mai apropiate;
2. *Trebuie planificate întâlniri sau discuții privind adăugarea sau eliminarea de funcționalități;*
3. *Trebuie evaluată experiența echipei în domeniul problemei curente;*
4. *Trebuie evaluată experiența și încrederea echipei privind lucrul împreună.* Chiar și o echipă de programatori experimentați nu va fi atât de eficientă dacă membrii echipei nu au lucrat împreună înainte;
5. *Riscurile trebuie gestionate cât mai devreme.* Cu cât este mai mare riscul, cu atât mai mult timp va fi necesar pentru gestionarea sa. Dacă riscurile sunt gestionate târziu, vor exista mai puține grade de libertate pentru a le răspunde adecvat. Același lucru se recomandă

pentru riscurile politice, organizaționale sau legate de resurse.

Capitolul 5. Managementul timpului

Managementul timpului unui proiect presupune planificarea de bază – crearea graficului de lucru. *Structura de Descompunere a Activităților* furnizează activitățile individuale care trebuie planificate. Duratale activităților sunt determinate prin procesul de estimare.

Metoda drumului critic eficientizează managementul de proiect prin concentrarea mai mare a efortului asupra activităților fără perioade de inactivitate. *Metoda PERT* realizează o aproximare statistică a datei de terminare a proiectului prin ponderarea a trei estimări: una optimistă, una probabilă și una pesimistă. *Simularea Monte Carlo* este o metodă stohastică utilizată pentru a evita problemele de estimare când activitățile de pe drumul critic variază.

Au fost discutate trei scopuri ale planificării, au fost introduse o serie de întrebări utile pentru a asigura estimări de calitate și pentru a evita omisiunile frecvente întâlnite în realizarea planificărilor și au fost precizate câteva recomandări pentru minimizarea riscurilor și pentru maximizarea beneficiilor planificării.
