

Eficiența economică a programării și urmăririi automate a lucrărilor în execuția drumurilor forestiere

Rostislav Bereziuc, Valeria Alexandru, Maximilian Ionescu

1. Introducere

După o relativă stagnare, de peste un deceniu, dotarea pădurilor cu drumuri este pe cale să capete un important reviriment, aceasta în virtutea prevederilor din “Strategia de dezvoltare a silviculturii românești în perioada 2000-2020”, elaborată în anul 1999, de către Departamentul Silviculturii și Regia Națională a Pădurilor, subordonate pe atunci fostului Minister al Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului. Conform acestor prevederi, în perioada 2005-2020, rețelele de transport existente se vor extinde, anual, cu 750-800 km de drumuri forestiere noi. Deși acest ritm de dotare este mult inferior celui înregistrat în anii de avânt ai dezvoltării rețelelor de drumuri forestiere (anii 1963-1965), când se executau peste 1600 km pe an, totuși el reprezintă un salt important față de ultimele decenii ale secolului trecut.

Realizarea unui asemenea ritm presupune, pe de o parte, un important efort financiar și organizatoric, iar pe de altă parte aduce în prim plan aspectele legate de eficiența economică a dotării pădurilor cu drumuri (ca aspect general), precum și cele ale realizării obiectivelor în condiții de economicitate și la nivel calitativ corespunzător (ca aspect specific șantierelor de exe-

cuție). Astfel, dotarea în continuare a pădurilor cu drumuri presupune eficiență atât în stabilirea soluțiilor tehnice, cât și în transpunerea pe teren a acestora și în mânăuirea fondurilor.

Problemele legate de eficiența economică a investițiilor și de reducerea cheltuielilor de execuție nu sunt noi pentru activitatea de construcție a drumurilor forestiere. În trecut ele s-au rezolvat în special prin folosirea materialelor locale, extinderea mecanizării lucrărilor, extinderea prefabricatelor etc. O pârghie importantă a constituit-o, de asemenea, și scurtarea duratei de execuție a obiectivelor printr-o eșalonare cât mai judicioasă a lucrărilor și urmărirea respectării termenelor, ceea ce de fapt se traduce printr-o cât mai bună organizare a șantierului. Astfel, în acest sens, se elaborau de către unitățile de construcții forestiere proiecte de organizare de șantier, ca documente de planificare și coordonare a lucrărilor de execuție, având drept scop armonizarea mișcării formațiilor de muncitori, a utilajelor și materialelor, astfel încât acestea să se găsească pe frontul de lucru în momentul oportun, reducându-se în acest mod la minimum duratele de stagnare a echipelor și utilajelor, de stocare a materialelor și de neocupare a fronturilor de lucru. Ca metode de planificare și coor-

donare s-au utilizat, de regulă, metoda drumului critic (M.D.C.) pentru lucrările de execuție a infrastructurii drumului, caracterizate în general printr-o dispunere neuniformă a volumelor de muncă în lungul traseului, precum și “metoda în lanț” pentru execuția suprastructurii drumului, unde volumele de lucrări aferente aveau, de obicei, o distribuție liniară și uniformă.

Odată cu profilarea întreprinderilor de construcții forestiere pe construcții industriale și reducerea la minimum a activității de dotare a pădurilor cu drumuri, elaborarea proiectelor de organizare de șantier pentru drumuri forestiere a fost abandonată. La aceasta a contribuit, de altfel, și faptul că întreprinderile constructoare nu erau dotate, la acea dată, cu mijloace moderne de calcul, iar metodele de planificare și coordonare, în special metoda drumului critic, bazată pe folosirea grafurilor, erau laborioase. De asemenea, tot datorită volumului de muncă prea mare, proiectele de organizare de șantier, în marea majoritate a cazurilor, nu erau actualizate în conformitate cu schimbările ce apăreau pe parcursul execuției, pierzând astfel din valoare.

În prezent, în condițiile socio-economice existente, construcția drumurilor forestiere revine întreprinderilor specializate, de stat sau particulare, pe bază de licitație sau negociere. În acest scop, titularul investiției, înainte de a declanșa procedura legală de organizare a licitației, stabilește și comunică, într-un fel sau altul, conținutul documentației de ofertare. Aceasta, conform metodologiei standard, conține instrucțiuni pentru ofertanți, fișa de date a obiectivului ce urmează să fie licitat, caietul de sarcini, proiectul tehnic cu detalii de execuție, contractul general, formularele și modelele tip. La rândul lor, unitățile ofertante trebuie să dovedească, pe de o parte, prin acte, legalitatea participării lor la lici-

tație, precum și competența și capacitatea tehnică și economico-financiară de a realiza obiectivul licitat, iar pe de altă parte, să și fundamenteze pro-punerea tehnică prin devize-ofertă, grafice de execuție a lucrărilor, liste de consumuri de materiale, forță de muncă, ore-utilaj, transporturi.

După cum se constată, legislația în vigoare privind lansarea, organizarea și desfășurarea licitațiilor nu impune elaborarea unor proiecte de organizare de șantier propriu-zise, iar întreprinderile ofertante menționează, în cadrul propunerii tehnice, doar unele elemente organizatorice.

În condițiile actuale ale dezvoltării tehnicii de calcul, organizarea și urmărirea execuției drumurilor forestiere sunt mult mai facile, astfel că elaborarea proiectului de organizare a șantierului poate fi considerată obligatorie. De altfel, de aproape zece ani, în toate țările dezvoltate din lume proiectul de organizare este nu numai instrumentul utilizat pentru management, dar și documentul pe baza căruia se asigură finanțarea lucrării. Totodată, pe plan mondial se tinde către constituirea unor organisme specializate, care să certifice eficacitatea managementului în cadrul firmelor, potrivit modelelor de evaluare cunoscute sub numele de Capability Maturity Model, care au în vedere cinci trepte de calitate a managementului: (1) ad-hoc, când managementul este dezorganizat, cu depășiri de termene și de buget financiar; (2) definit, când există un proiect de organizare, care însă nu se aplică, cu aceleași consecințe ca și în cazul precedent; (3) organizat, când se practică monitorizarea bugetului de timp și a costurilor, astfel încât eventualele depășiri ale acestora pot fi controlate; (4) condus, când procesul este monitorizat eficient, fără depășiri ale termenelor de execuție și ale costurilor și (5) optimizat, când are loc o perfecționare continuă a manage-

mentului, în conformitate cu situațiile noi care apar, realizând o reducere a costurilor și o scurtare a termenelor de execuție.

De aici se desprinde ideea că îmbunătățirea modului de organizare a lucrărilor de execuție pe șantier, scurtarea duratei de execuție și reducerea efortului economic se pot realiza prin introducerea unui management modern, optimizat, în care procedurile de planificare și urmărire sunt permanent perfecționate pe baza rezultatelor obținute și a prelucrării automate a informațiilor.

În condițiile prelucrării automate a datelor cu ajutorul computerului, în activitatea de planificare și urmărire se pot deosebi două etape: crearea bazei de date – planificarea și actualizarea bazei de date – urmărirea.

Pentru pregătirea bazei de date este nevoie de următoarele informații: (1) lista activităților, respectiv a operațiilor sau a proceselor parțiale ce alcătuiesc procesul de producție, precum și a acțiunilor adiacente (determinări de laborator, formalități administrative etc.) necesare a fi luate în considerare la planificarea desfășurării lucrărilor; (2) duratele activităților, stabilite în funcție de cantitățile de lucrări, normele de lucru și efectivele de muncitori și utilaje; (3) lista de precedente, respectiv condițio-nările tehnologice și organizatorice în succesiunea activităților, ținându-se seama și de condițiile locale; (4) calendarul de lucru (timpul ca resursă); (5) resursele disponibile (materiale, oameni, utilaje, fonduri bănești etc.).

Primele trei categorii de informații pot fi preluate din baza de date a proiectului de execuție, aceste informații fiind prezentate în foi electronice de calcul. Acolo unde documentația nu face obiectul unei baze de date, este necesar ca proiectul de organizare de șantier să conțină un capitol care să

reunească într-un tabel cele trei grupe de informații.

Calendarul de lucru se stabilește respectând normele cu privire la sărbătorile legale și la programul zilnic, iar resursele disponibile sunt introduse cu oarecare aproximație. Ulterior, se poate proceda la corec-tarea lor în funcție de scopul urmărit și de condițiile de lucru.

Introducerea acestor informații în baza de date a mijlocului electronic de planificare constă în simple manevre, de foarte scurtă durată, în urma cărora se obține automat termenul final al lucrării, termenele de început și de sfârșit ale tuturor activităților, graficele Gantt¹ și Pert², cu indicarea drumului critic, rezervele de timp, utilizarea resurselor, costurile pe activități și totale.

Pe măsură ce se îndeplinesc parțial sau total activitățile prevăzute, planificarea realizată la calculator trebuie actualizată astfel încât să se poată cunoaște în orice moment procentul de îndeplinire a diferitelor activități și eventualele decalaje față de planul inițial. Urmărirea realizărilor se concretizează la calculator prin două acțiuni, care, de asemenea, presupun manevre foarte simple și se referă la introducerea procentului de îndeplinire a activităților și la vizualizarea simultană a variantei inițiale, a nivelului de îndeplinire a activităților și a eventualelor decalaje.

Eficiența economică a programării și urmăririi automate a lucrărilor de execuție a drumurilor forestiere a fost studiată și cercetată, la noi în țară, de Ionescu (2003)³.

2. Materiale și metodă

Cercetările întreprinse, pe lângă unele considerații și precizări teoretice, au vizat, pentru exemplificare, lucrările desfășurate

pe drumul forestier "Valea Rea", în lungime de 1,83 km, din Ocolul silvic Valea Sadului, județul Sibiu, ales pe bază de eşantionaj ca fiind cel mai reprezentativ, prin prisma soluțiilor tehnice și a volumelor de lucrări, pentru categoriile de drumuri forestiere ce urmează să se execute în perspectiva apropiată. A fost ales un drum gata executat, pentru a se putea compara rezultatele obținute prin modul de organizare a execuției practicat azi pe șantierele de drumuri forestiere (foarte apropiat de managementul ad-hoc) și cele ce s-ar fi putut obține prin programare și urmărire auto-mată. Drumul a fost executat în anii 2001-2002, în deplină concordanță cu proiectul de execuție, costurile înregistrate fiind actualizate la nivelul celor de azi.

De asemenea, beneficiarul lucrării a păstrat și a pus la dispoziție toate înregistrările de consumuri (materiale, manoperă și utilaje). Pontajele existente au arătat că la execuția drumului s-a lucrat efectiv un număr de 285 zile, cifră reținută ca durată de execuție a lucrării în varianta "ad-hoc" de management, totalul cheltuielilor cu forța de muncă și utilajele fiind de aproximativ 2061 miliarde lei.

Pentru a ilustra avantajele managementului automat față de varianta tradițională s-a procedat la simularea managementului automat, pentru același obiectiv, în trei ipoteze de lucru (variante), care diferă între ele prin ordinea de execuție a activităților, respectiv a condițiilor de precedență.

Lista activităților, cu duratele și precedențele lor, pentru fiecare din cele trei variante, sunt redată în tabelul 1.

Spre deosebire de primele două variante, varianta a treia conține și legături speciale între activități de tipul "lag time" (9FS+20 days) și "lead time" (9FS-30 days), care au permis obținerea unor soluții mai eficiente sub raportul gestiunii timpului

de execuție a lucrării, utilizând aceeași listă de activități, cu aceleași durate.

Pentru o mai ușoară înțelegere a modului de aplicare a metodei s-a recurs la elaborarea listei, la un grad redus de detaliere a activităților (spre exemplu "executarea derocărilor" în loc de "forarea găurilor de mină", "producerea exploziilor" și "îndepărtarea materialelor derocate"). Defalcarea "lucrărilor pregătitoare" în Lp1 și Lp2 se datorează condițiilor de teren și necesității de a nu prelungi nejustificat termenul de execuție. Același lucru s-a urmărit și prin defalcarea activităților legate de "executarea săpăturilor mecanizate" în SM1, SM2 și SM3, situație întâlnită frecvent pe șantierele unde zonele de pământ se interferează cu cele de stâncă și derocările pot începe imediat ce săpăturile mecanizate au ajuns la primele stânci.

De asemenea, s-a avut în vedere faptul că podețele tubulare pot începe imediat ce săpăturile mecanizate au depășit punctul de pe traseu unde urmează să se execute primul podeț tubular, iar zidurile de sprijin și anrocamentele se pot executa abia după terminarea săpăturilor cu buldozerul.

Menționarea celor de mai sus are scopul de a sublinia faptul că la întocmirea listei activităților este necesară o foarte bună cunoaștere a realităților de pe teren (Bereziuc et al., 1967).

3. Rezultate

În urma introducerii activităților, duratelor și precedențelor stabilite în mijlocul de planificare s-au obținut graficele rețea pentru fiecare din cele trei variante în parte, în figurile 1, 2 și 3 fiind redată graficele Pert. Din lipsă de spațiu, în figurile menționate apar numai părțile de început și de sfârșit ale fiecărui grafic.

Tablelul 1. Activitățile cu duratele și precedențele lor - drumul forestier Valea Rea
The activities with their durations and precedences - Valea Rea forest road

Nr. crt.	Denumirea activității	Durata (zile)	Activități precedente		
			Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
1	Lucrări pregătitoare - Lp1	8	-	-	-
2	Lucrări pregătitoare - Lp2	20	1	1	9FS-20 days
3	Săpături mecanizate - SM1	8	1	1	9FS-30 days
4	Săpături mecanizate - SM2	3	2;6;9	2;6;9	10FS-40 days
5	Săpături mecanizate - SM3	6	7;10;30	7;10;30	11FS-30 days
6	Săpături manuale - Sm1	22	3	3	3
7	Săpături manuale - Sm2	9	4	4	4
8	Săpături manuale - Sm3	19	5	5	5
9	Derocări - D1	68	1	1	1
10	Derocări - D2	120	2;6;9	2;6;9	9
11	Derocări - D3	68	7;10;30	7;10;30	10
12	Podete tubulare - Pt1	21	2;6;9	2;6;9	9
13	Podete tubulare - Pt2	17	30	30	10FS-26 days
14	Podete tubulare - Pt3	3	11;31	8;11;31	11FS-24 days
15	Ziduri de sprijin - Z1	24	12	2;6;9	12
16	Ziduri de sprijin - Z2	37	13	30	10FS-26 days
17	Ziduri de sprijin - Z3	28	14	8;11;31	11FS-24 days
18	Compactare terasam - C1	1	15	15	15
19	Compactare terasam - C2	1	16	16	16
20	Compactare terasam - C3	2	17	17	17
21	Finisare terasamente - Ft1	1	18	18	18
22	Finisare terasamente - Ft2	1	19	19	19
23	Finisare terasamente - Ft3	1	20	20	20
24	Fundație piatră spartă - F1	12	21	21	21
25	Fundație piatră spartă - F2	12	22	22	22
26	Fundație piatră spartă - F3	11	23	23	23
27	Îmbrăcăminte p. spartă - I1	6	24	24	24
28	Îmbrăcăminte p. spartă - I2	6	25	25	25
29	Îmbrăcăminte p. spartă - I3	6	26	26	26
30	Parapeți - P1	6	27	27	27
31	Parapeți - P2	6	28	28	28
32	Parapeți - P3	6	29	29	29
33	Accesorii	3	29	29	29

Notă:

FS - tipul legăturii între activități (Finish to Start - activitatea următoare începe după terminarea activității precedente)

lead time/lag time - legături care permit începerea activității luată în considerare cu un anumit număr de zile (days) înainte / după terminarea activității precedente

Pentru fiecare din activități s-au înscris în chenar denumirea și simbolul activității, identificatorul activității (numărul curent din tabel), durata în zile și datele calendaristice de început și de sfârșit.

Precedențele sunt redată prin săgeți, iar drumul critic este trasat prin linii îngroșate

și de culoare diferită.

Rezultatele simulării sunt redată în tabelul 2. Pentru compararea costurilor s-a apreciat că este suficient să se considere doar cheltuielile cu manopera și utilajele, întrucât materialele influențează în mod egal toate variantele. Se poate constata că

Tabelul 2. Comparație între varianta tradițională și varianta planificării automate - drumul forestier Valea Rea
 Comparison between traditional (ancient) variant and automatic planning variant - Valea Rea forest road

Specificație	Management tradițional			Management automat			
		Var. 1	Diferență	Var. 2	Diferență	Var. 3	Diferență
Durate (zile)	285	277	8	271	14	192	93
Costuri manoperă și utilaje (mil. lei)	2.061	1.881	180	1.881	180	1.329	732

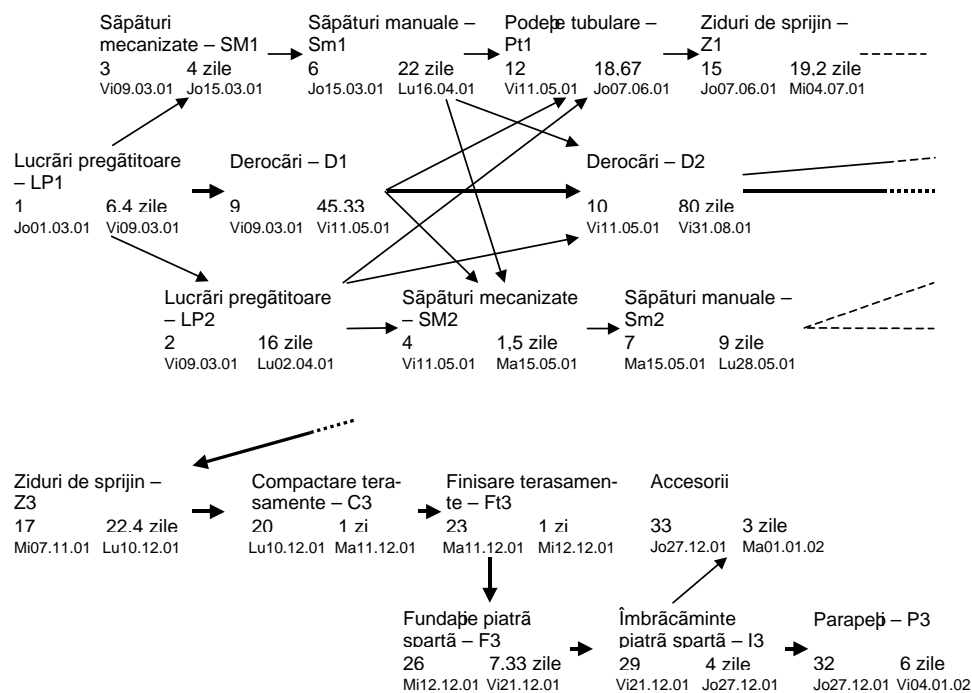


Figura 1. Drum Valea Rea, graficul Pert - varianta 1
 Valea Rea road, Pert chart - first variant

atât durata execuției lucrării, cât și costurile acesteia sunt mai mici în variantele planificării automate, comparativ cu varianta tradițională. În varianta a treia, utilizând facilitățile “lead time” și “lag time”, s-au obținut cele mai bune rezultate.

4. Discuții și concluzii

Cifrele obținute, chiar dacă au rezultat dintr-o simulare sunt, în mod evident, mai mult decât edificatoare.

Pe de altă parte, se poate face și o comparație între consumul de timp al specialistului, în ipoteza managementului tradițional și a celui automat. Pentru simplificare, s-a considerat că activitatea de conducere și coordonare a lucrărilor revine unui singur om, un specialist cu calificare superioară.

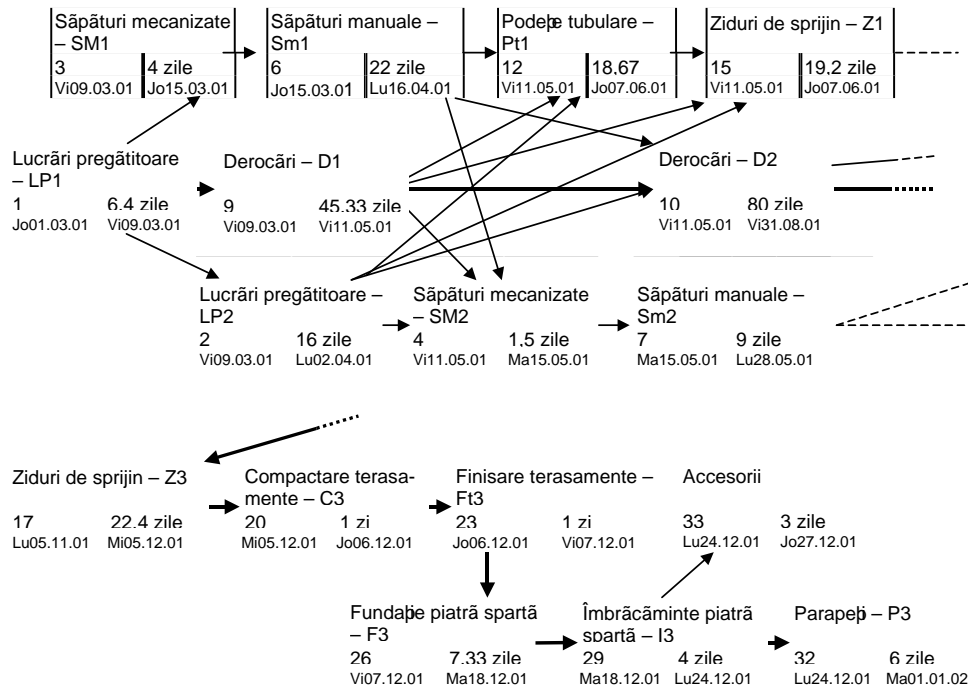


Figura 2. Drum Valea Rea, graficul Pert - varianta 2
Valea Rea road, Pert chart - second variant

Timpu necesar estimat pentru întocmirea și calculul graficului rețea, pentru un proiect ca cel din exemplul luat în considerare (cu o foarte mică detaliere a activităților), poate fi cuprins între 12 și 16 ore în varianta tradițională și între 10 și 15 minute în variantele automate. Astfel, raportul de timp estimat pentru o planificare este, în medie, de 70:1.

În cazul urmăririi, fiecare schimbare din teren obligă la recalcularea elementelor proiectului de organizare; se poate accepta același raport de timp.

Pe măsură ce nivelul de detaliere a activităților crește, raportul crește tot mai mult, întrucât timpul afectat pentru planificare și urmărire în varianta automată crește foarte puțin. De exemplu, dacă în loc de 14 activități ar fi existat 140, timpul necesar pentru întocmirea și calculul graficului rețea ar

fi crescut de 10 ori în varianta tradițională, în timp ce în variantele propuse ar fi rămas același.

Să admitem însă că detalierea propusă este acceptabilă și că se face maximum o actualizare pe săptămână, pentru care calculul în varianta tradițională luată în studiu durează 12 ore. Considerând salariul specialistului de 35.000 lei/oră se ajunge la o cheltuială anuală pentru planificare și urmărire de 20.160 mii lei, ceea ce reprezintă costul unui calculator de bună calitate, ce poate fi folosit pentru toate nevoile unui punct de lucru: evidența personalului și calculul salariilor, gestiunea materialelor și a pieselor de schimb, rapoarte de activitate etc. Dacă mai admitem faptul că un calculator este suficient pentru un șantier cu mai multe puncte de lucru, atunci eficiența, exprimată strict cantitativ, devine și mai

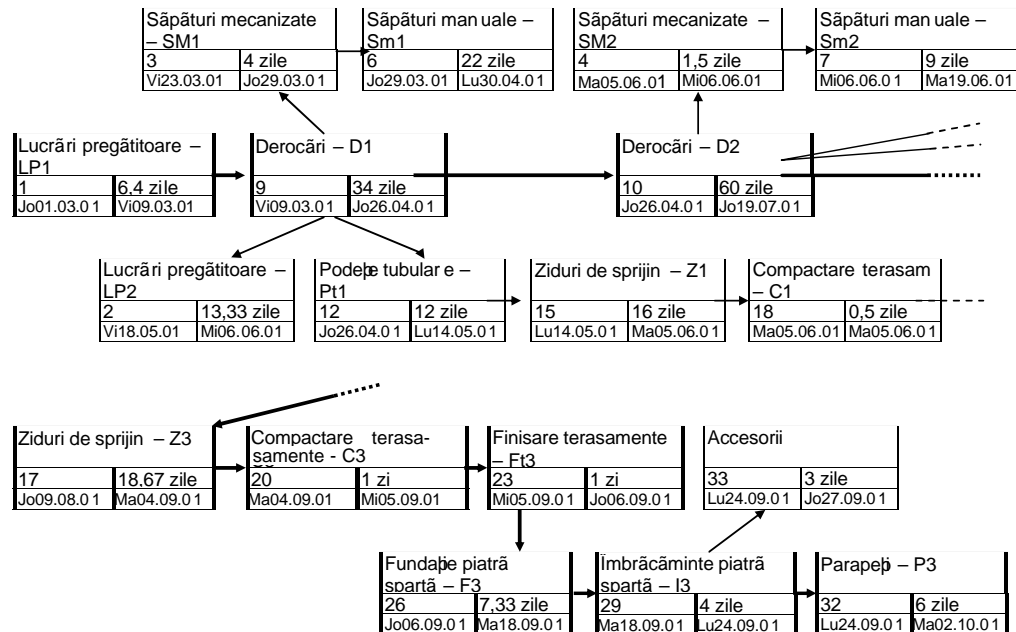


Figura 3. Drum Valea Rea, graficul Pert - varianta 3
Valea Rea road, Pert chart - third variant

evidentă.

În varianta tradițională, alocarea resurselor reprezintă rezultatul unui calcul bazat pe cantitățile deduse din proiectul de execuție și normele de lucru prestabilite. Soluția propusă are în vedere complexitatea problemei și oferă coordonatorului lucrării posibilitatea de a opta pentru una din cele trei variante de planificare: durata activităților constantă, cu variația normei de lucru și a numărului de resurse alocate (durata = norma de lucru x numărul de resurse), numărul resurselor alocate activităților constant, cu norma de lucru și durata activităților variabile (numărul de resurse = durată activității : norma de lucru) și norma de lucru constantă, variind durată și numărul resurselor (norma de lucru = durată activității : numărul de resurse).

În aceste condiții, planificarea poate satisface oricare dintre constrângerile de management posibile.

Precizia calculului din variantele automate pledează în favoarea utilizării acestora. În varianta tradițională, prin volumul și complexitatea lor foarte ridicate calculele, chiar ajutate de un calculator electronic, pot fi afectate de erori, care conduc la luarea unor decizii neadecvate. Având în vedere consumul mic de timp și efortul redus, coordonatorul lucrării poate crea mai multe variante, diferite din punct de vedere tehnologic, economic sau organizatoric, din care se poate selecta cea convenabilă. De asemenea, el poate schimba în orice moment întreaga soluție de realizare a obiectivului.

De foarte mare importanță este faptul că, în condițiile utilizării programelor specializate de planificare și urmărire, personalul de specialitate cu înaltă calificare este degrevat de munca de rutină și poate să-și concentreze atenția către căutarea și aplicarea unor soluții tehnice, care să con-

tribue la creșterea calității lucrării în ansamblu.

Un argument, deloc neglijabil, îl constituie și faptul că managementul, acum și în viitor, este de neconceput fără utilizarea instrumentelor moderne de lucru. Subliniem faptul că pregătirea din ultimii 10-15 ani a absolvenților facultăților de silvicultură le permite acestora să utilizeze cu ușurință mijloacele moderne de calcul, în lumina metodologiei propuse.

Note

¹ Graficul Gantt conține timpul pe orizontală, iar pe verticală activitățile reprezentate sub formă de bare, de lungimi proporționale cu duratele lor.

² Graficul Pert prezintă activitățile sub forma unor căsuțe (cu informații referitoare la numele și identificatorul activității, durata, datele de început și de sfârșit), precum și legăturile logice dintre activități și drumul critic.

³ Teză de doctorat elaborată sub îndrumarea prof. dr. ing. Constantin Costea.

Bibliografie

- Anonymous, 2000. Microsoft Project – concentrated programme for management, ICL Millennium Training Centre, Old Windsor, 354 p.
- Anonymous, 2002. Primavera Enterprise Project Management, <http://www.primavera.com>, 134 p.
- Alexandru, V., 2000. Construcția și întreținerea drumurilor forestiere. Ed. Infomarket, Brașov, 397 p.
- Bereziuc, R., 1963. Construcția, exploatarea și întreținerea drumurilor forestiere. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 436 p.
- Bereziuc, R., Mihăilescu, M., Oprea, V., 1967. Drumuri forestiere. Ed. Agro-Silvică, București, 543 p.
- Burke Rory, 1992. Project Management Planning and Control, Dublin, 390 p.
- Costea, C., 1989. Economia și conducerea întreprinderilor forestiere. Ed. Ceres, București, 336 p.
- Ionescu, M., 2003. Contribuții la stabilirea căilor de

creștere a eficienței economice prin optimizarea programării și urmării lucrărilor de execuție pe șantierele de construcție a drumurilor forestiere. Teză de doctorat, 152 p.

Radu, V., Curteanu, D., 2000. Managementul proiectelor de construcții. Ed. Economică, București, 480 p.

Tamaș, Șt., 1983. Optimizări în silvicultură și exploatarea forestiere. Ed. Ceres, București, 320 p.

Summary

Economic efficiency of automatic planning and control of works in the execution of forest roads.

The paper presents the prospect of forest roads network system development and examines the actual management of theirs execution. We suggest the extension of automatic planning and control with addition of specific charts. The research showed that, in contrast with actual methods, automatic planning may guides to economic efficiency, regarding manual and mechanized labour – with 30 % reduction in execution time and a 35 % cut in costs.

Keywords: forestry roads, automatic planning, execution

Autorii. Prof. dr. ing. Rotislav Bereziuc activează ca profesor asociat în cadrul Facultății de Silvicultură a Universității “Transilvania” Brașov.

Prof. dr. ing. Valeria Alexandru activează în cadrul Facultății de Silvicultură a Universității “Transilvania” Brașov.

Dr. ing. Maximilian Ionescu este cadru didactic asociat la Facultatea de Silvicultură a Universității “Transilvania” Brașov. Poate fi contactat la telefon 0268-477965, interior 107 (109)