

TEHNICI MODERNE ÎN CONDUCEREA ȘI SUPRAVEGHEREA PROCESELOR TEHNOLOGICE

Ion NAE, Marius Gabriel PETRESCU, Rodica BUCUROIU

Universitatea „Petrol-Gaze”, Ploiești (România)

A mathematical, computerized method of monitoring and controlling the technological processes of machine working in mechanical engineering industry has been elaborated in this paper.

Trăsătura dominantă a etapei actuale de dezvoltare a societății o constituie modernizarea – perfecționarea – inovarea proceselor tehnologice și a produselor/serviciilor, având drept scop final satisfacerea cerințelor clienților.

Lucrarea prezintă o modalitate de conducere și supraveghere a procesului tehnologic de prelucrare mecanică a reperului arborele tobei de manevră, acțiune efectuată cu ajutorul software Microsoft Project.

1. Principii generale

Sistemele de producție sunt diverse, având caracteristici diferite, în funcție de tipul fabricației: fabricație pe comandă – individuală (job shop), fabricație repetitivă – de serie (batch) sau fabricație continuă – de masă (process industry).

În prezent se modifică metodele și sistemele de fabricație: apar tehnologii noi de prelucrare, fluxurile tehnologice comportă un număr minim de faze, flexibilitatea tehnologiilor crește, apar metode și instrumente de conducere și monitorizare a operațiilor de prelucrare [1]. Dintre toate procesele tehnologice necesare executării echipamentelor, utilajelor, mașinilor, procesul de prelucrare mecanică este cel mai complex.

Elementele componente ale procesului tehnologic de prelucrare mecanică sunt: operația, așezarea/poziția, faza, trecerea, mânuirea și mișcarea.

Se constată ca acest model constituie o reuniune ordonată la diferite niveluri (operație, așezare, fază etc.) a elementelor care concură la transformarea semifabricatului pentru a obține în final produsul [5]. Modelul oferă imaginea însumării vectoriale a scopurilor pe fiecare element de structură.

În aceste condiții, procesul tehnologic de prelucrare mecanică poate fi asimilat cu un proiect care se desfășoară într-o ordine logică, cu respectarea unor corelații temporale între activități, a unui anumit buget, implicarea unor resurse umane și materiale.

Apariția și dezvoltarea instrumentelor software specializate, care să asiste activitatea de management de proiect, se justifică datorită complexității activității managementului de proiect, care presupune, printre altele:

- ✓ relaționarea de informații referitoare la proiect, informații care se constituie din ce în ce mai des în cantități mari;
- ✓ aplicarea de diverse modele de calcul specifice managementului de proiect care de multe ori sunt complexe.

Implicarea acestor software are drept scop facilitarea conducerii și gestionării proiectului.

În domeniul managementului de proiect s-au dezvoltat aplicații software specializate.

2. Elaborarea modelului de lucru

În procesele tehnologice de prelucrări mecanice, elementele de structură ale sistemului sunt condiționate de generarea suprafețelor pe mașinile-unelte: modificarea formei, dimensiunilor, pozițiilor relative, aspectului suprafețelor ce compun piesa care se prelucrează.

În acest context, se stabilesc interdependențe între suprafețele ce se prelucrează, obținându-se variante posibile de lucru pe baza teoriei grafurilor [4]. Stabilirea variantelor fazelor de prelucrare depinde în principal de forma și dimensiunile piesei, ale semifabricatului și de tipul mașinii-unelte utilizate. În cazul proiectării unui proces tehnologic complex (piesă cu mai multe suprafețe legate între ele prin dimensiuni și prelucrare mecanică în mai multe faze de lucru), stabilirea succesiunii operațiilor, așezărilor și fazelor de prelucrare devine o problemă laborioasă, care se rezolvă prin metodele cercetării operaționale – teoria grafurilor [6-10].

Pentru a elimina dificultățile parcurse la explorarea grafurilor, adică consultarea (vizitarea) vârfurilor sau muchiile grafului respectiv, în cadrul lucrării se utilizează produsul informatic Microsoft Project, dedicat activităților de proiectare, urmărire și optimizare a proiectelor de orice tip [3] (construcții, construcții de mașini, proiectare produse noi, implementarea noilor produse sau servicii etc.).

Arborele tobei de manevră reprezintă un organ de mașină de mare răspundere în cadrul unei instalații de foraj, deoarece avarierea lui prezintă, pe lângă pericolul unor accidente grave umane, și pe acela al pierderii sondei. Siguranța în funcționare a arborelui tobei de manevră impune: dimensionarea și proiectarea bazată pe metode de calcul care permit considerarea tuturor situațiilor ce intervin în funcționare, un proces de execuție riguros pentru a obține caracteristicile de calitate impuse prin documentația de execuție, un proces tehnologic de control defectoscopic, dimensional de calitate pentru a evita neconcordanțele.

Din punctul de vedere al procesului tehnologic de prelucrare mecanică a arborelui tobei de manevră, apar următoarele aspecte:

- suprafețele ce se prelucrează sunt reprezentate într-o măsură foarte mare prin suprafețe de revoluție exterioare;
- suprafețele de revoluție interioare necesită o tehnologie complexă, deoarece lungimea alezajului poate ajunge până la 1500 mm, iar diametrul ce se prelucrează este de 40 mm;
- dimensiunile de gabarit (lungimea circa 4800 mm, diametrul circa 350 mm) impun o bază materială deosebită pentru elaborarea procesului tehnologic de prelucrare mecanică;
- metodele și mijloacele de control sunt cele universale, dar impun dispozitive specializate datorită dimensiunilor agabaritice;
- operațiile de prelucrare mecanică acoperă un domeniu larg, pornind ierarhic de la cele de degroșare până la rectificarea de finisare;
- stabilirea succesiunii operațiilor, așezărilor și fazelor care se desfășoară într-o ordine determinată, logică și care implică ierarhizarea într-o structură arborescentă cu o durată precizată (data de început a fazei și data de sfârșit) a constituit suportul necesar de a conduce procesul de prelucrare mecanică prin intermediul produsului informatic Microsoft Project.

3. Metodă de conducere și asigurarea calității proceselor tehnologice de prelucrare mecanică

Pentru a stabili modul în care Microsoft Project poate fi utilizat în conducerea, urmărirea și optimizarea unui proces tehnologic de prelucrare mecanică, se vor prezenta etapele clasice privind modul de elaborare a procesului tehnologic de prelucrare mecanică a arborelui tobei de manevră, ilustrând în cadrul fiecărei etape particularitățile programului.

1) Identificarea suprafețelor ce se prelucrează și numerotarea acestora (Fig.1).

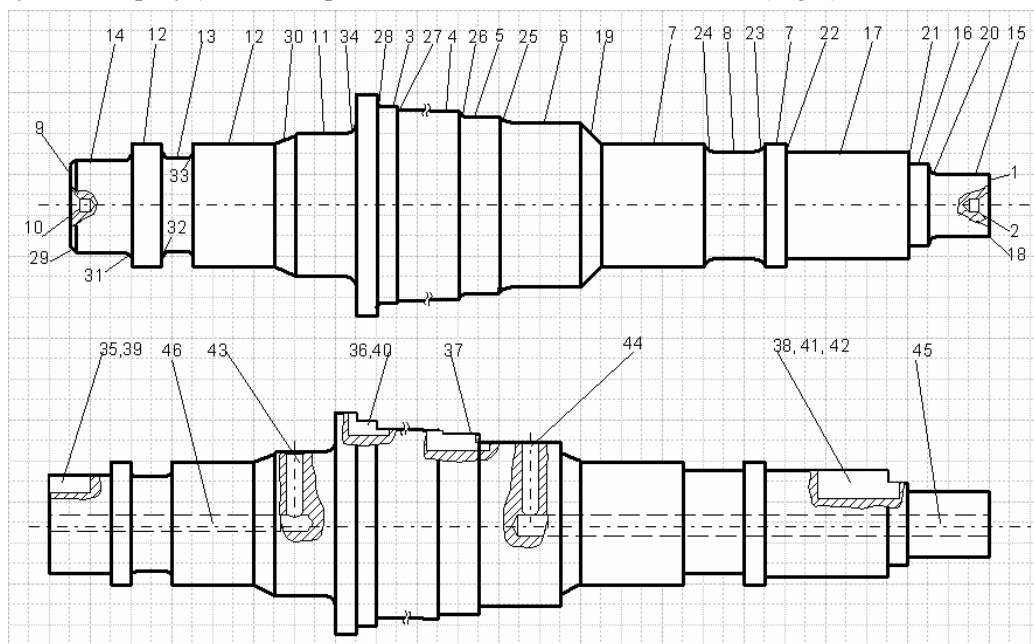
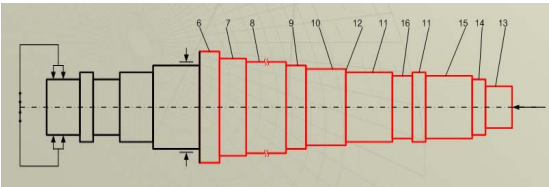
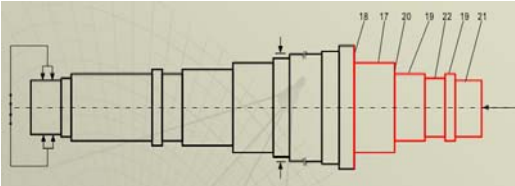


Fig.1. Identificarea suprafețelor ce se prelucrează.

2) Stabilirea succesiunii operațiilor, așezărilor și fazelor (proiectarea filmului tehnologic sau itinerarul tehnologic) se efectuează în funcție de tipul semifabricatului adoptat, de volumul producției, de baza materială și de ultima operație de prelucrare mecanică ce se execută pentru fiecare suprafață a reperului studiat.

Pentru proiectarea filmului tehnologic se reprezintă, conform Tabelului, o parte din succesiunea operațiilor, așezărilor și fazelor notate în mod convențional [6].

Tabel

Stabilirea succesiunii operațiilor, așezărilor și fazelor					
Operația	Așezarea/ poziția	Faza	Denumirea fazei	Schița așezării	
I. Strunjire degroșare	A	1	Strunjire frontala supr. 1		
		2	Centruire supr. 2		
		3	Strunjire cilindrica ext. supr. 3		
		4	Strunjire cilindrica ext. supr. 4		
		5	Strunjire cilindrica ext. supr. 5		
		6	Strunjire cilindrica ext. supr. 6		
		7	Strunjire cilindrica ext. supr. 7		
		8	Strunjire cilindrica ext. supr. 8		
	B	9	Strunjire frontala supr. 9		
		10	Centruire supr. 10		
		11	Strunjire cilindrica ext. supr. 11		
		12	Strunjire cilindrica ext. supr. 12		
		13	Strunjire cilindrica ext. supr. 13		
		14	Strunjire cilindrica ext. supr. 14		

Utilizând produsul informatic Microsoft Project, pot fi introduse o serie de informații, cum ar fi [2]: durata activității, data de început, respectiv data de sfârșit a activității, predecesorii, operatorii ce execută lucrarea (Fig.2). Aceste informații sunt folosite ulterior pentru calculul normei tehnice de timp la prelucrarea mecanică, calculul costului prelucrării mecanice etc.

	i	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor
1		Strunjire degrosare	0,6 days?	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	
2		Asezarea A	0,43 days?	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	
3		Strunjire cil. ext. sup.	8 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	
4		Centruire supr. S2	1,5 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	3
5		Strunjire cil. ext. sup.	48 mins?	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	4
6		Strunjire cil. ext. sup.	42 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	5
7		Strunjire cil. ext. sup.	38 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	6
8		Strunjire cilindrica e)	35 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	7
9		Strunjire cilindrica e)	30 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	8
10		Strunjire cilindrica e)	3 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	9
11		Asezarea B	0,31 days	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	7
12		Strunjire frontala sup.	8 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	10
13		Centruire supr. 10	1,5 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	12
14		Strunjire cilindrica e)	36 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	13
15		Strunjire cilindrica e)	33 mins	Wed 28.12.05	Wed 28.12.05	14

Fig.2. Stabilirea succesiunii operațiilor, așezărilor și fazelor – Microsoft Project.

Pornind de la informațiile prezentate în foaia de lucru redată în Figura 2, s-a realizat personalizarea unei foi de lucru în Microsoft Project (Fig.3).

		Operatia	Asezarea	Faza	Denumirea fazei	Duration	Start	Finish	Predece
2		I. Strunjire degrosare				0,82 days	#####	#####	
3			A			0,64 days	#####	#####	
4				1	Strunjire frontala supr. 1	6,2 mins	#####	#####	
5				2	Centruire supr. 2	6,6 mins	#####	#####	4
6				3	Strunjire cilindrica ext. supr. 3	65,8 mins	#####	#####	5
7				4	Strunjire cilindrica ext. supr. 4	59,1 mins	#####	#####	6
8				5	Strunjire cilindrica ext. supr. 5	52 mins	#####	#####	7
9				6	Strunjire cilindrica ext. supr. 6	46,4 mins	#####	#####	8
10				7	Strunjire cilindrica ext. supr. 7	55,9 mins	#####	#####	9
11				8	Strunjire cilindrica ext. supr. 8	16 mins	#####	#####	10
12			B			0,18 days	#####	#####	11
13				9	Strunjire frontala supr. 9	12,3 mins	#####	#####	11
14				10	Centruire supr. 10	6,6 mins	#####	#####	13
15				11	Strunjire cilindrica ext. supr. 11	26 mins	#####	#####	14
16				12	Strunjire cilindrica ext. supr. 12	16,9 mins	#####	#####	15
17				13	Strunjire cilindrica ext. supr. 13	12,1 mins	#####	#####	16
18				14	Strunjire cilindrica ext. supr. 14	10,7 mins	#####	#####	17
19		II. Tratament termic (TT)		15	Imbunatatare	262 mins	#####	#####	18
20		III. Control TT		16	Caracteristici mecanice	60 mins	#####	#####	19
21		IV. Srunjire finisare				0,38 days	#####	#####	20
22			A			0,24 days	#####	#####	20
23				17	Strunjire frontala supr. 1	0,24 days	#####	#####	20
24				18	Recentruire supr. 2	9,6 mins	#####	#####	
25				19	Strunjire cilindrica ext. supr. 15	5,9 mins	#####	#####	24
26				20	Strunjire cilindrica ext. supr. 16	22,2 mins	#####	#####	25
27				21	Strunjire cilindrica ext. supr. 17	6,8 mins	#####	#####	26
28				22	Strunjire cilindrica ext. supr. 7	24,3 mins	#####	#####	27
29				23	Strunjire cilindrica ext. supr. 6	16,1 mins	#####	#####	28
30				24	Strunjire cilindrica ext. supr. 5	21,1 mins	#####	#####	29
31				25	Strunjire cilindrica ext. supr. 4	1,1 mins	#####	#####	30
32				26	Strunjire cilindrica ext. supr. 3	1,1 mins	#####	#####	31
33				27	Tesire 2 x 45, supr. 18	1 min	#####	#####	32
34				28	Tesire 20 x 30 supr. 19	1 min	#####	#####	33
35				29	Executat raza R4, supr. 20	1 min	#####	#####	34
36				30	Executat raza R4, supr. 21	1 min	#####	#####	35
37				31	Executat raza R4, supr. 22	1 min	#####	#####	36
38				32	Executat raza R2,5 supr. 23	1 min	#####	#####	37
39				33	Executat raza R4, supr. 24	1 min	#####	#####	38
40				34	Executat raza R6, supr. 25	1 min	#####	#####	39
41			B			0,38 days	#####	#####	
42				35	Strunjire frontala supr. 9	0,38 days	#####	#####	
43				36	Recentruire supr. 10	9,6 mins	#####	#####	
44				37	Strunjire cilindrica ext. supr. 12	62,9 mins	#####	#####	43
45				38	Strunjire cilindrica ext. supr. 14	91,9 mins	#####	#####	44
46				39	Strunjire cilindrica ext. supr. 11	13,7 mins	#####	#####	45
47				40	Tesire 2 x 45, supr. 29	1,1 mins	#####	#####	46
48				41	Tesire 20 x 30, supr. 30	1,1 mins	#####	#####	47
49				42	Executat raza R4, supr. 31	1 min	#####	#####	48
50				43	Executat raza R4, supr. 32	1 min	#####	#####	49
51				44	Executat raza R4, supr. 33	1 min	#####	#####	50
52		V. Trasare				0,2 days	#####	#####	
53			A			0,15 days	#####	#####	
54				45	Trasare canale de pana	72 mins	#####	#####	51
55			B			0,05 days	#####	#####	
56				46	Trasare gauri 25 mm	23 mins	#####	#####	54
57		VI. Frezare				0,58 days	#####	#####	
58			A			0,29 days	#####	#####	
59				47	Frezare canal de pana 45P11	42,1 mins	#####	#####	56
60				48	Frezare canal de pana 45P11	33,2 mins	#####	#####	59
61				49	Frezare canal de pana 40P11	33,1 mins	#####	#####	60
62				50	Frezare canal de pana 40P11	31,4 mins	#####	#####	61

63		B			0,18 days #####	62
64			51	Frezare canal de pana 45P11	35,1 mins #####	
65			52	Frezare canal de pana 40P11	31,4 mins #####	64
66			53	Frezare canal de pana 40P11	21,2 mins #####	65
67		C			0,05 days #####	66
68			54	Frezare canal de pana 40P11	22,1 mins #####	
69	VIII. Control	A	55	Control interoperational	32 mins #####	68
70	VII. Gaurire				0,02 days #####	69
71		A	56	Gaurire 25 mm	7,4 mins #####	69
72			57	Gaurire 25 mm	4,4 mins #####	71
73	IX. Rectificare				0,05 days #####	72
74		A			0,05 days #####	72
75			58	Rectificare I supr.	5,8 mins #####	72
76			59	Rectificare I supr.	7,8 mins #####	75
77			60	Rectificare I supr.	7,8 mins #####	76
78			61	Rectificare I supr.	2,9 mins #####	77
79	X. Gaurire adinca				0,19 days #####	78
80		A			0,11 days #####	78
81			62	Gaurire adinca	47,3 mins #####	78
82			63	Strunjire cilindrica int. supr.	3,7 mins #####	81
83		B			0,09 days #####	82
84			64	Gaurire adinca	39,1 mins #####	81
85			65	Strunjire cilindrica int. supr.	3,2 mins #####	84
86	XI. Control tehnic final	A	66	Control tehnic final	76 mins #####	85

Fig.3. Stabilirea succesiunii operațiilor, așezărilor și fazelor – tabel personalizat.

3. *Estimarea duratelor activităților* se realizează cu ajutorul relațiilor de calcul specifice operațiilor de prelucrare mecanice efectuate. Durata unei activități reprezintă perioada de timp estimată pentru a finaliza acea activitate. Deoarece Microsoft Project face distincția între zilele lucrătoare și cele nelucrătoare, durata unei activități nu este egală cu cea a perioadei calendaristice derulate.

4. *Stabilirea relațiilor de legătură temporală între activități.* Procesul tehnologic de prelucrare mecanică impune ca activitățile să fie realizate într-o anumită ordine, succesiune bine determinată [5]. Unele activități pot începe numai după ce altele s-au terminat (imediat sau după un anumit interval), alte activități trebuie să înceapă înainte ca altele să se termine pentru a asigura o bună sincronizare. Este o problemă de analiză extrem de importantă și de modul cum aceasta este abordată și soluționată depinde în mare măsură buna desfășurare a procesului tehnologic.

Relațiile dintre activități apar în mai multe moduri în Microsoft Project. Cele mai utilizate sunt vizualizările Gantt Chart și Network Diagram, unde relațiile dintre activități apar ca linii ce conectează activitățile [2] (Fig.4).

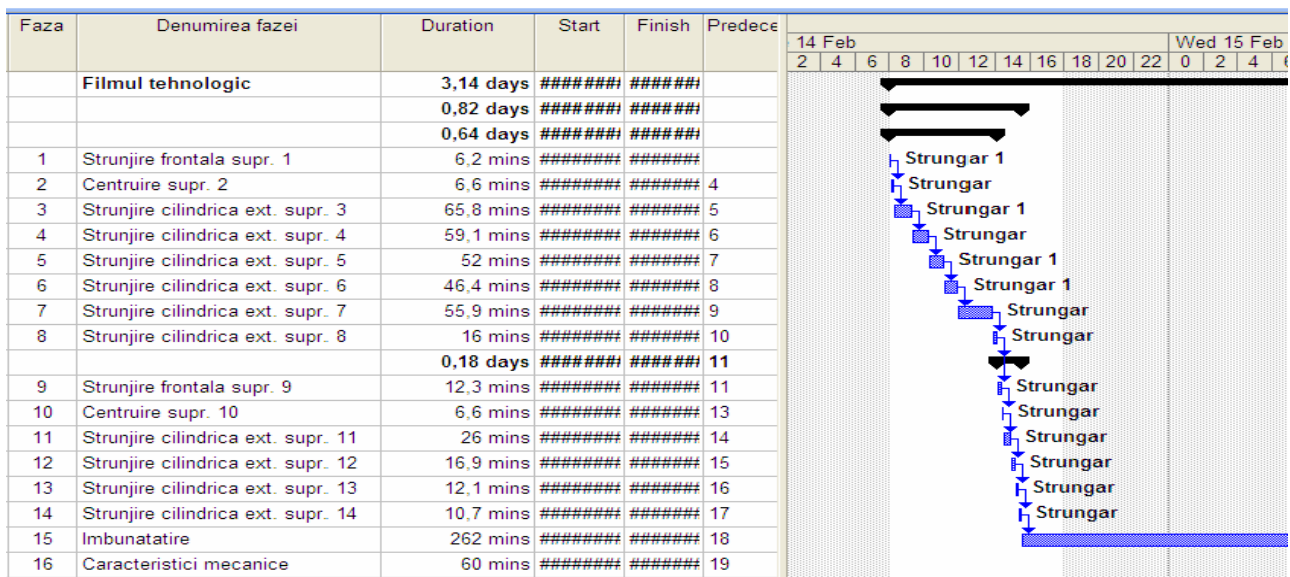


Fig.4. Vizualizarea relațiilor dintre activități.

În cazul în care procesul tehnologic prezintă un număr mare de activități (operații), este util ca acestea să fie organizate pe faze sau grupuri de activități strâns legate între ele. În Microsoft Project fazele sunt reprezentate de *activități centralizatoare* (Figura 5 – reprezentarea prin bare înnegrite). O activitate centralizatoare se comportă diferit de alte activități. Nu i se poate edita durata, data de început sau alte valori sunt calculate în mod direct, deoarece ele sunt derivate din activitățile componente. Activitățile centralizatoare sunt utile pentru a obține informații despre fazele procesului.

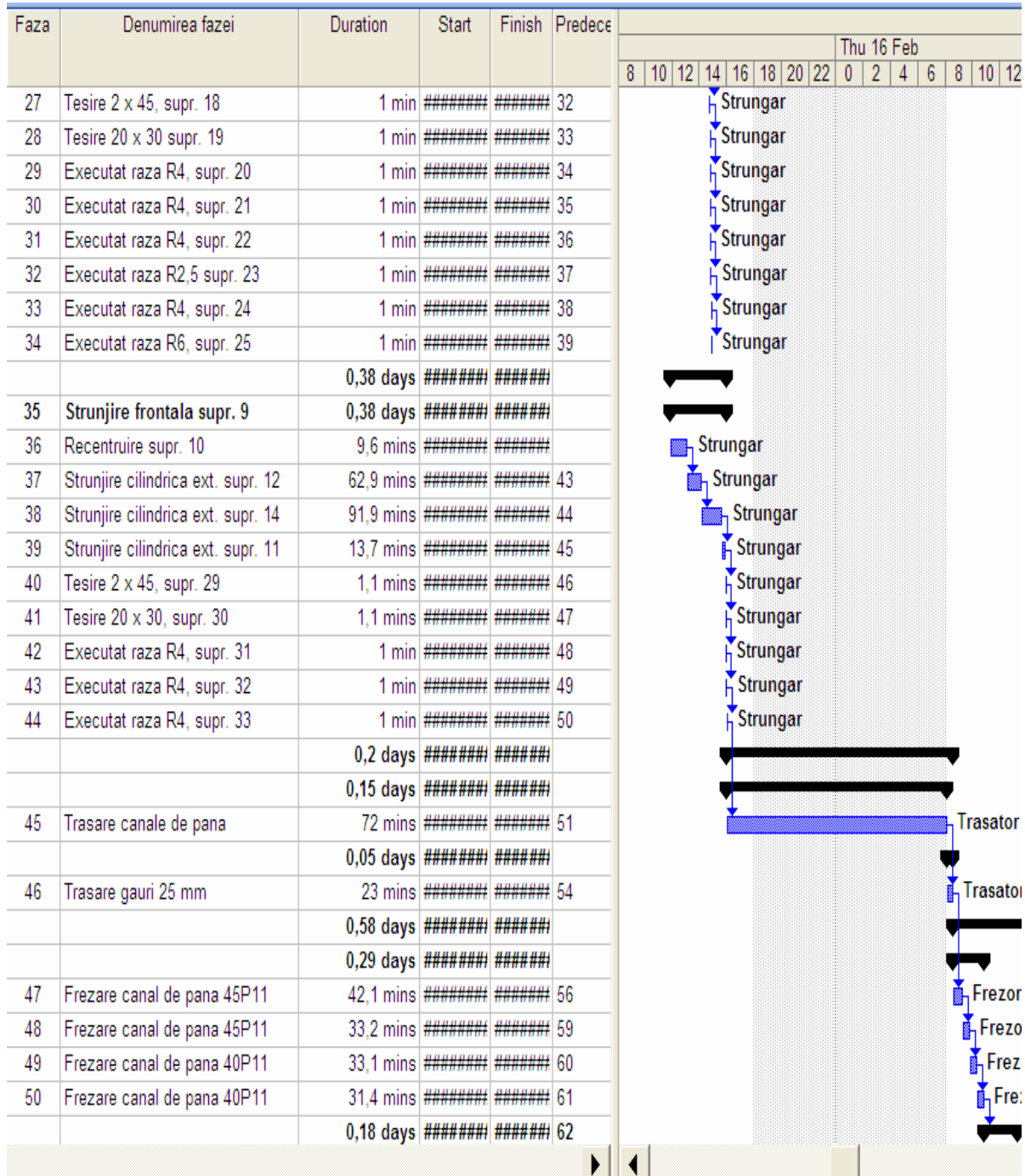


Fig.5. Vizualizarea activităților centralizatoare.

5. *Alocarea resurselor către activități.* În Microsoft Project introducerea informațiilor despre resurse impune stabilirea timpului consumat pentru execuția operației și a costului aferent (Fig.6).

	Resource Name	Type	Material Label	Initials	Group	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost/Use	Accrue At	Base Calendar
1	Strungar	Work		s		100%	7,00 lei/hr	0,00 lei/hr	0,00 lei	Prorated	Standard
2	Frezor	Work		F		100%	7,50 lei/hr	0,00 lei/hr	0,00 lei	Prorated	Standard
3	Rectificator	Work		R		100%	8,50 lei/hr	0,00 lei/hr	0,00 lei	Prorated	Standard
4	Strungar 1	Work		S		100%	7,00 lei/hr	0,00 lei/hr	0,00 lei	Prorated	Standard
5	Trasator	Work		T		100%	8,00 lei/hr	0,00 lei/hr	0,00 lei	Prorated	Standard
6	Controlor	Work		C		100%	9,00 lei/hr	0,00 lei/hr	0,00 lei	Prorated	Standard
7	Tratamentist	Work		T		100%	8,00 lei/hr	0,00 lei/hr	0,00 lei	Prorated	Standard
8	Operator gaurire	Work		O		100%	7,00 lei/hr	0,00 lei/hr	0,00 lei	Prorated	Standard

Fig.6. Stabilirea resurselor necesare activităților.

Microsoft Project utilizează două tipuri de resurse: *resurse de lucru* și *resurse materiale*. Resursele de lucru sunt reprezentate de *personalul* și *echipamentele* care realizează munca aferentă procesului tehnologic (echipamentele nu se limitează numai la cele portabile, pot exista utilaje, mașini-unelte, aparate de măsură și control etc.).

Resursele materiale sunt consumabile utilizate pe măsură ce procesul tehnologic se derulează. Într-un proces tehnologic de prelucrare mecanică resursele materiale includ semifabricatul, lichid de răcire-ungere, ulei de transmisie, scule așchietoare etc. În Microsoft Project se lucrează cu resurse materiale pentru a monitoriza rata de consum și costul corespunzător.

6. Stabilirea calendarului de lucru pentru fiecare resursă (Fig.7).

	Resource Name	Work	Details	S	S	M	T	W	T	F
2	Frezor	0,05 hrs	Work						0,05h	
		4,17 hrs	Work						4,17h	
		0,7 hrs	Work						0,7h	
		0,55 hrs	Work						0,55h	
		0,55 hrs	Work						0,55h	
		0,52 hrs	Work						0,52h	
		0,58 hrs	Work						0,58h	
		0,52 hrs	Work						0,52h	
		0,35 hrs	Work						0,35h	
		0,37 hrs	Work						0,37h	
3	Rectificator	0,4 hrs	Work						0,4h	
		0,1 hrs	Work						0,1h	
		0,13 hrs	Work						0,13h	
		0,13 hrs	Work						0,13h	
		0,05 hrs	Work						0,05h	
4	Strungar 1	2,83 hrs	Work				2,83h			
		0,1 hrs	Work				0,1h			
		1,1 hrs	Work				1,1h			
		0,87 hrs	Work				0,87h			
5	Trasator	0,77 hrs	Work				0,77h			
		1,58 hrs	Work					1,03h	0,55h	
		1,2 hrs	Work					1,03h	0,17h	
6	Controlor	0,38 hrs	Work						0,38h	
		2,8 hrs	Work					1h	0,67h	1,13h
		1 hr	Work					1h		
7	Tratamentist	0,53 hrs	Work						0,53h	
		1,27 hrs	Work						0,13h	1,13h
		4,37 hrs	Work					1,45h	2,92h	
		4,37 hrs	Work					1,45h	2,92h	

Fig.7. Stabilirea calendarului de lucru pentru fiecare resursă.

7. Vizualizarea încărcării resurselor (Fig.8).

Modul în care este gestionat timpul unei resurse peste program este numit *alocare* și poate fi:

- sub-alocare: capacitatea maximă a resursei nu este ocupată de repartizările resursei;
- alocare în întregime: capacitatea maximă a resursei este ocupată de repartizări;
- supra-alocare: capacitatea maximă a resursei este depășită de repartizări.

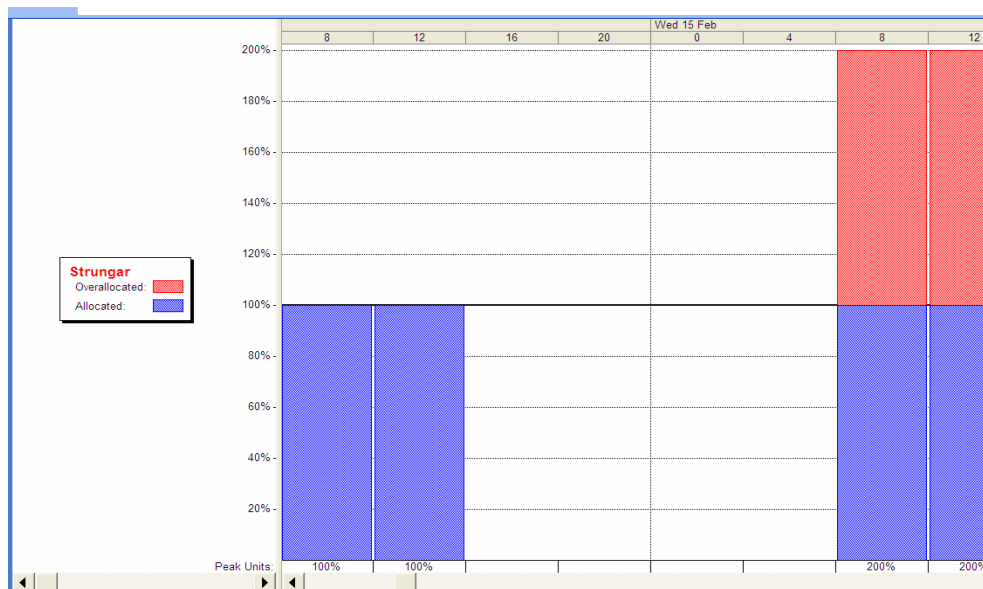


Fig.8. Vizualizarea încărcării resurselor.

8. Determinarea normei tehnice de timp a procesului (dar și pe operații, așezări) – Figura 9.

	Operatia	Asezarea	Faza	Denumirea fazei	Duration	Start
49			42	Executat raza R4, supr. 31	1 min	#####
50			43	Executat raza R4, supr. 32	1 min	#####
51			44	Executat raza R4, supr. 33	1 min	#####
52	V. Trasare				0,2 days	#####
53		A			0,15 days	#####
54			45	Trasare canale de pana	72 mins	#####
55		B			0,05 days	#####
56			46	Trasare gauri 25 mm	23 mins	#####
57	VI. Frezare				0,58 days	#####
58		A			0,29 days	#####
59			47	Frezare canal de pana 45P11	42,1 mins	#####
60			48	Frezare canal de pana 45P11	33,2 mins	#####
61			49	Frezare canal de pana 40P11	33,1 mins	#####
62			50	Frezare canal de pana 40P11	31,4 mins	#####
63		B			0,18 days	#####
64			51	Frezare canal de pana 45P11	35,1 mins	#####
65			52	Frezare canal de pana 40P11	31,4 mins	#####
66			53	Frezare canal de pana 40P11	21,2 mins	#####
67		C			0,05 days	#####

Fig.9. Determinarea normei tehnice de timp pe operații, așezări.

9. Determinarea duratei totale a procesului, precum și calculul costului procesului tehnologic sunt reprezentate în Figura 10.

	Duration	Work	Cost
Current	3,14d	26,6h	200,44 lei
Baseline	0d	0h	0,00 lei
Actual	0d	0h	0,00 lei
Remaining	3,14d	26,6h	200,44 lei

Fig.10. Determinarea duratei totale a procesului, precum și calculul costului procesului tehnologic.

Concluzii

Apariția și dezvoltarea instrumentelor software specializate care să asiste activitatea de management a diverselor activități se justifică datorită complexității lucrărilor ce se derulează, care presupune, printre altele: relaționarea de informații referitoare la activități (informații care se constituie din ce în ce mai des în cantități mari) și aplicarea diverselor modele de calcul specifice managementului care de multe ori sunt complexe. În domeniul managementului de proiect s-au dezvoltat aplicații software specializate.

Printre facilitățile software-lor pentru management de proiect (care prezintă aplicații ce pot fi adaptate cu ușurință în conducerea procesului tehnologic de prelucrare mecanică) se pot enumera: planificarea activităților în condițiile unor constrângeri, ordonanțarea bugetelor și controlul costurilor, definirea calendarelor de lucru, posibilitatea gestionării de proiecte multiple și subproiecte, elaborarea graficelor de lucru, import / export date, generarea rapoartelor de lucru, managementul resurselor, monitorizarea și controlul proiectelor, securitatea informațiilor, sortarea și filtrarea datelor de lucru.

Referințe:

1. Amza Gh., Amza Gh.C. Procese de operare. Vol. I. Ediția a II-a. - București: BREN, 2001.
2. Lambrescu I., Nae I. Managementul proiectelor. - Ploiești: Editura Universității din Ploiești, 2004.
3. Nae I., Petrescu M.G. Managementul proiectelor construcțiilor industriale. - Ploiești: Editura Universității „Petrol-Gaze” din Ploiești, 2006.
4. Nae I., Antonescu N.N. O modalitate de analiză dimensională a procesului tehnologic de prelucrare mecanică // Buletinul Universității „Petrol-Gaze” din Ploiești. Vol. LVII. Seria Tehnică, nr. 2/2005, ISSN 1221-9371, p.46-51, 2005.
5. Nae I., Petrescu M.G. Tehnologii în fabricația asistată de calculator. - Ploiești: Editura Universității din Ploiești, 2003.
6. Nae I., Drumeanu A.C. Aspecte privind optimizarea procesului tehnologic de prelucrare mecanică // Buletinul Universității „Petrol-Gaze” din Ploiești. Vol. LII. Seria Tehnică, nr.3/2000, ISSN 1221-9371, p.48-54, 2000.
7. Nae I., Petrescu M.G. Supravegherea procesului tehnologic de aşchiere // Buletinul Universității „Petrol-Gaze” din Ploiești. Vol. LII. Seria Tehnică, nr.3/2000, ISSN 1221-9371, p.43-48, 2000.
8. Nae I., Antonescu N.N., Drumeanu A.C., Petrescu M.G. Aspects Concerning the Leading and the Monitorisation of the Technological Proceses of Mechanical Working, 3th International Conference „Research and Development in Mechanical Industry”, RaDMI 2003, 19-23 September 2003, Herceg Novi, Serbia and Montenegro, ISBN 86-83803-08-2, p.386-390, 2003.

9. Nae I., Petrescu M.G., Drumeanu A.C. The Dimensional Precision and its Correlation with the Surface Roughness Generated as a Result of the Mechanical Splintering, 3th International Conference „Research and Development in Mechanical Industry”, RaDMI 2003, 19-23 September 2003, Herceg Novi, Serbia and Montenegro, ISBN 86-83803-08-2, p.391-393, 2003.
10. Rașeev D., Oprean I. Tehnologia fabricării și reparării utilajului tehnologic. - București: Editura Didactică și Pedagogică, 1983.

Prezentat la 20.05.2008