

# REDUCEREA COSTURILOR ÎN CADRUL PROCESULUI DE DEBITARE LA CAPUL FORJAT AL ACULUI DE MACAZ

Ing. CÎRSTEA Răzvan Ionuț

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. Cristina MOHORA

**REZUMAT:** În cadrul fluxurilor de producție de la voestalpine VAE APCAROM SA se încearcă constatarea optimizării fluxurilor de fabricație în vederea creșterii productivității. În lucrare este prezentată modalitatea de aplicare a conceptului Lean Six Sigma prin identificarea activităților ce produc valoare adăugată și a celor fără valoare adăugată, în vederea creșterii productivității. Este analizată în detaliu activitatea de fabricație a capului forjat al acului de macaz cu scopul eliminării unei părți din activitățile fără valoare, astfel încât debitarea să se realizeze într-un timp cât mai scurt, aceasta însemnând și un cost mai mic al produsului final.

**CUVINTE CHEIE:** cap forjat de ac macaz, timp, cost, pierdere

## 1 INTRODUCERE

În vederea îmbunătățirii activităților de producție din cadrul voestalpine VAE APCAROM SA a apărut necesitatea implementării conceptului Lean Six Sigma în vederea reducerii costurilor, a timpilor morți și a satisfacerii cerințelor clienților.

Pașii pe care i-am propus au fost:

- ✓ Specificarea valorii pentru client;
- ✓ Identificarea fluxului de valoare și eliminarea pierderilor;
- ✓ Fluidizarea liniilor de fabricație;
- ✓ Creșterea nivelului de formare a resurselor umane implicate în procesul de fabricație.

Un algoritm utilizat în rezolvarea problemelor de sistem specific Lean Six Sigma este DMAIC (definește, măsoară, analizează, îmbunătățește, controlează), ilustrat elocvent în figura 1:

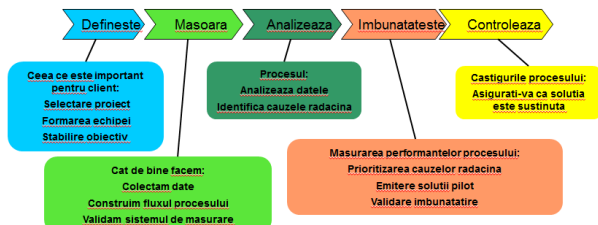


Fig.1. Algoritm DMAIC

<sup>1</sup> Specializarea CIST, Facultatea IMST;  
E-mail: [razvan.cirstea@vaeapac.ro](mailto:razvan.cirstea@vaeapac.ro);

Astfel, explicând fiecare tip de activitate enumerată mai sus se obține tabelul din figura 2:

DEFINIRE	MĂSURARE	ANALIZĂ	IMBUNĂTĂȚIRE	CONTROL
D1 Declarați problema	M1 Vocea clientului	A1 Soluție temporară	I1 Generare de idei pentru soluții	C1 Standardizare
D2 Domeniul de aplicare proiect	M2 Stabilirea aspectelor măsurării	A2 Identificarea cauzelor rădăcinii potențiale	I2 Prioritizarea soluțiilor	C2 Planificarea instruirii
D3 Obiective proiect	M3 Validarea sistemului de măsurare	A3 Prioritizarea cauzelor rădăcinii	I3 Proiectarea soluțiilor	C3 Implementarea și monitorizarea
D4 Constituirea echipei	M4 Factorii de influență	A4 Analiză grafică	I4 Validarea soluțiilor	C4 Raportul proiectului
D5 Identificarea clienților și părților interesate	M5 Planificarea măsurării	A5 Analiză statistică	I5 Planificarea implementării	C5 Confirmarea impactului economic
D6 Planificarea proiectului	M6 Vizualizarea măsurării	A6 Relația cauză - efect	I6 Măsurarea impactului îmbunătățirilor	C6 Comunicare și celebrare
D7 Managementul riscului	M7 Performanța procesului	NA		
D8 Dosar proiect				
D9 Lansare proiect				

Fig.2. Explicarea activităților DMAIC

Aplicarea acestui algoritm în realizarea acului de macaz a început cu definirea condițiilor inițiale de fabricație și cu identificarea unor probleme în zona de debitare a acului forjat, astfel:

- încărcarea operatorilor pe fazele procesului de fabricație a acului de macaz nu era echilibrată având drept consecință utilizarea a aproximativ 1/3 din timpul destinat debitării pentru manipulare și transport a semifabricatului și crearea unor stocuri mari pe flux (frecvent erau câte 40 de semifabricate stocate înainte de debitarea capului forjat, ceea ce denota necorelarea cu postul din amonte, cu timp mare de ciclu la debitare cap forjat și cu productivitate scăzută);
- efectuarea de manevre cu risc mare de accidentare prin întoarcerea acului cu podul rulant în vederea debitării lungimii de 5 000mm a acestuia.

Obiectivele urmărite au constat în reducerea costurilor generate de debitarea capului forjat al acului macaz cu 30%, creșterea productivității, fluidizarea producției și reducerea riscurilor de accidentare.

Procesul de producție ales spre analiză l-a reprezentat fluxul de fabricație al acului forjat de macaz, tip 49E1, 60E1, cu lungime minimă de 5000 mm.

## 2. OBIECTIVELE PROPUSE ÎN CADRUL PROIECTULUI

Obiectivele propuse în cadrul proiectului în care am lucrat au fost:

1. reducerea timpului de ciclu (C/T) la debitare cap forjat macaz cu 20% prin micșorarea timpului de trasare și de debitare;
2. creșterea productivității (P) la debitare cap forjat ac macaz cu minim 20%. La momentul respectiv numărul de piese debitate/schimb era de 9 bucăți propunându-se realizarea unui număr de 11 buc/schimb;
3. reducerea distanței parcurse de reper (L) cu 28%;
4. reducerea stocului de repere existente înainte de debitare cap forjat (W) cu 25% ;
5. reducerea procesului de fabricație cu 20%.

Echipa de proiect a fost constituită în urma deciziei luate la nivelul managementului firmei, în figura 3 fiind redate rolurile și departamentele componente:

ROLURI	DEPARTAMENT
Project Leader	MANAG. PROIECTE
Membru - responsabil activitati calitate	CALITATE
Membru - Proprietar proces	PRODUCTIE
Membru - responsabil asigurare baza materiala	LOGISTICA
Membru specialist - responsabil securitate	PRODUCTIE
Membru specialist - coordonator proces	PRODUCTIE
Membru specialist - responsabil masuratori	LOGISTICA

Fig.3. Departamentele implicate în optimizarea procesului de fabricație

S-au identificat furnizorii și clienții dar mai ales s-a lucrat asupra timpului de realizare a produsului, reprezentat de suma timpilor de trasare (5min/buc.) debitare (34min/buc.) și transport (15min/buc.), a semifabricatului și a fost calculat la 54min/buc. Sunt necesare 2 trasări//buc, 2 debitări /buc transportându-se bucată cu bucată.

Sunt luate în calcul toate elementele din figura 4 în vederea reducerii costurilor de fabricație.

În urma planificării activităților și a unei analize de risc pe care am efectuat-o, s-au calculat probabilitățile de apariție ale riscului, conform figurii 5.

### REDUCEREA COSTURILOR LA PROCESUL DE DEBITARE CAP FORJAT AC CF

Update date: 22.09.2016

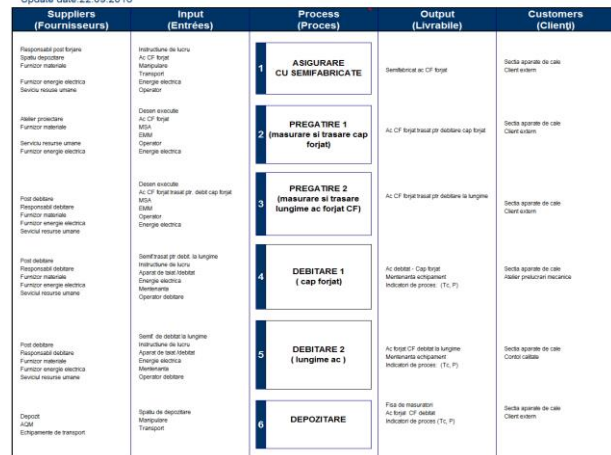


Fig.4. Elemente luate în calcul pentru reducerea costurilor de fabricație

Probabilitate	Severitate	Consecinta
4 = probabil	4 = foarte mare	Pentru C> 6 se initiaza actiuni preventive
3 = posibil	3 = mare	
2 = puțin posibil	2 = medie	
1= foarte puțin posibil	1 = mica	

Fig.5. Probabilitatea de apariție a riscurilor generate de acțiuni

S-a realizat diagrama GANTT, în vederea repartizării și programării activităților preconizate în vederea atingerii scopului propus.

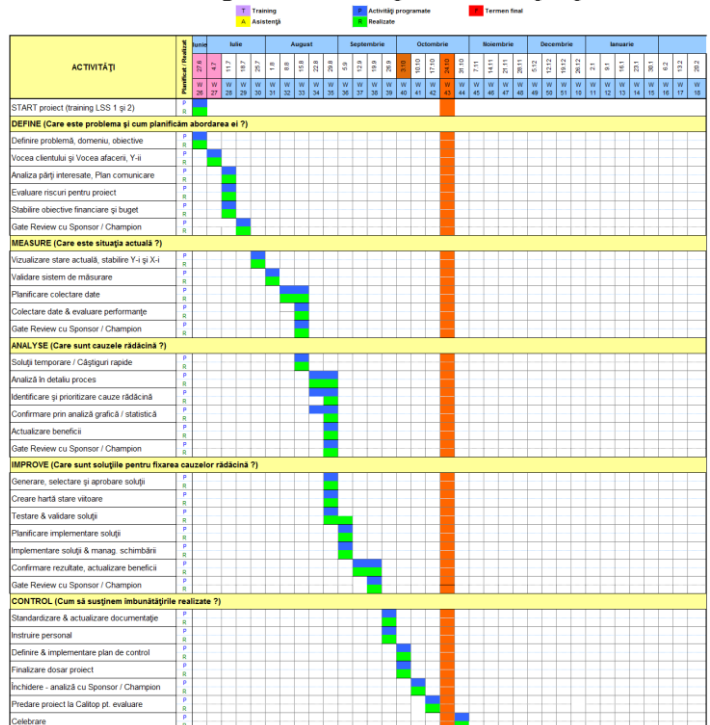


Fig.6. Diagrama Gantt

### 2.1. Faza de măsurare (MEASURE)

Procesul de fabricație a acului macaz și riscurile care pot apărea pe parcursul acestuia sunt prezentate în figura 7.

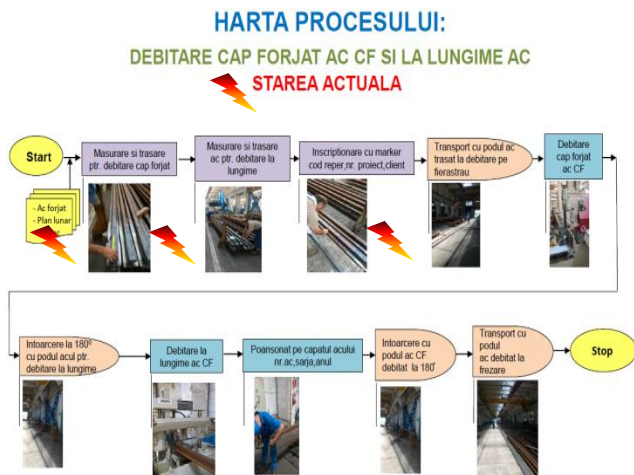


Fig. 7 Derularea procesului de fabricație studiat

S-au identificat 4 riscuri pe parcursul fabricației apariția acestora putând crea costuri suplimentare.

Mai jos este redată o schemă grafică a operațiilor (fig.8) ce se efectuează în cadrul procesului de debitare a capului forjat de ac macaz:

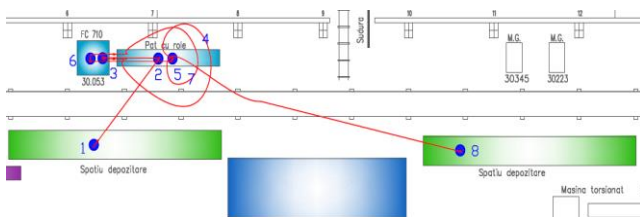


Fig.8. Ordinea operațiilor

În figura 8 numerele alocate reprezintă următoarele operații:

1. Loc depozitare a semifabricatului forjat pentru trasare în vederea debitării ;
2. Poziționarea și manipularea semifabricatului cu ajutorul podului rulant în vederea debitării ;
3. Debitare cap forjat;
4. Întoarcere la 180° a semifabricatului pentru debitarea lungimii ;
5. Poziționarea semifabricatului în vederea debitării pe lungime;
6. Debitare la lungimea necesară;
7. Manipulare și transport în vederea prelucrării prin frezare a semifabricatului ;
8. Depozitare.

În figura 9 este prezentat un plan pe luni de zile a producției necesare de ace de forjat în vederea satisfacerii tuturor clienților.

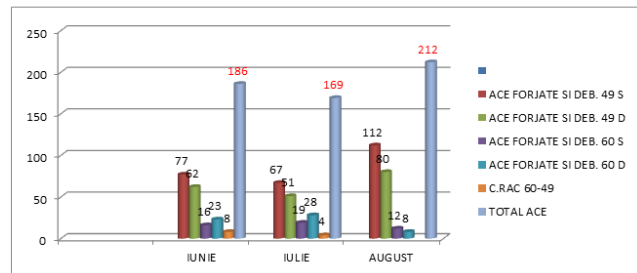


Fig.9. Plan de realizare a diferitelor tipuri de produse

Se constată că media lunară de ace de macaz necesare este de 189 buc. În același timp, diversitatea produselor finale necesită operații în plus astfel: din totalul acelor forjate tip 49 și 60 cu lungimi mai mari de 5000 mm, 90% se debitează la ambele capete (cap forjat și lungime ac) și doar 10% dintre acestea se debitează doar la capatul un capăt.

În continuare este prezentat timpul de trasare și de debitare pentru diferite tipuri de ace de macaz, în final obținându-se timpul total de realizare a acestora (fig.10).

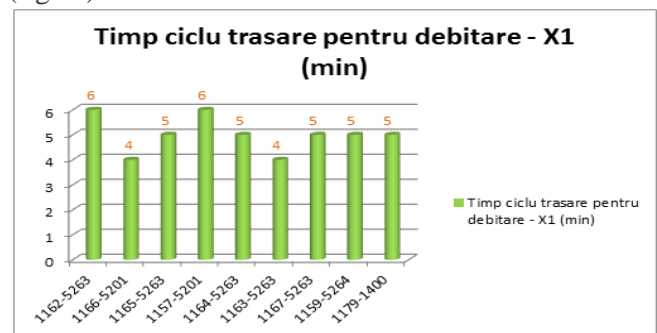


Fig. 10 Timpul de trasare

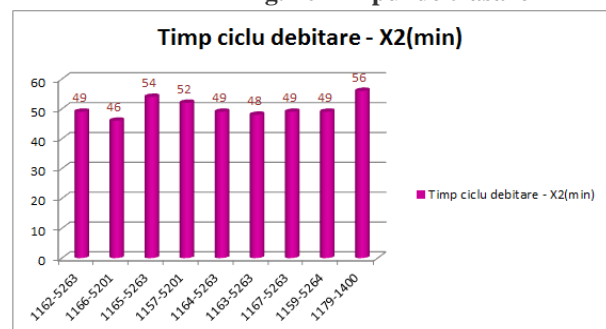


Fig.11. Timpul de debitare

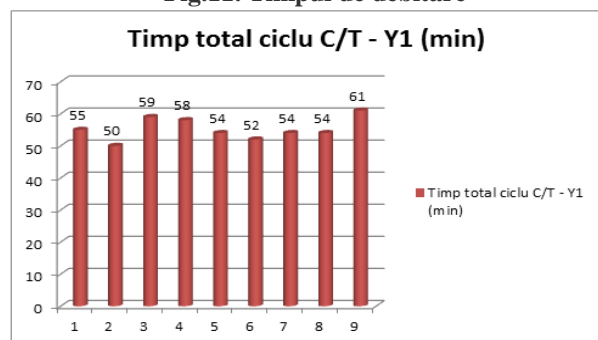


Fig.12. Timpul total

Sinteza datelor colectate este redată figurile 13, 14, și 15:

Date - indicatori de baza	U/M	Valoare initiala	Valoare tinta
Timp ciclu trasare ptr. debitare (X1)	min	5	3
Timp ciclu debitare cap forjat +transport (X2+X3)	min	49	40
Timp total ciclu (C/T) (Y1)	min	54	43
Nr. ace debitate /schimb (P) (Y2)	buc	9	11
Date conexe	U/M	Valoare initiala	Valoare tinta
Distanța parcursă (L)	m	84	60
Adaos ramas dupa debitare finala (A)	mm	50	0
Nr. semif. stocate inainte de debitare (W)	buc	40	30
Lead time (L/T)	zile	4,88	4,2

Fig.13. Date tehnice inițiale și propuse

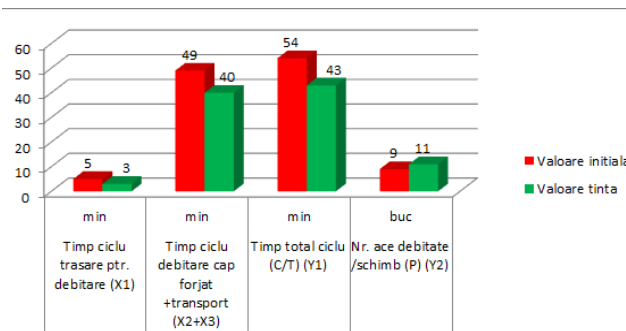


Fig.14. Valori inițiale și propuse pentru timpul de fabricație

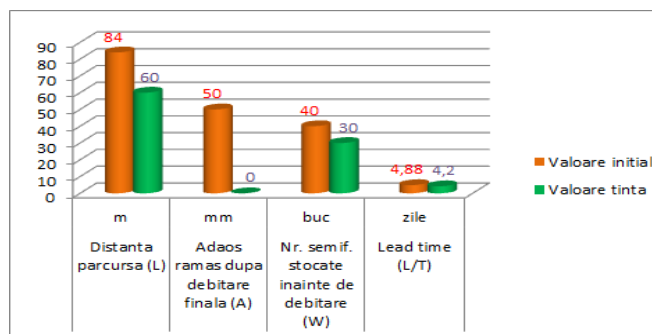


Fig.15. Material necesar pentru prelucrare

În faza următoare sunt analizați timpii fără valoare adăugată (non valoare) în vederea determinării unor posibilități de reducere a acestora.

Nr. Crt.	Denumire activități NVA	T <sub>NVA</sub> (min)	T <sub>NVA</sub> (%)
<b>Activități necesare</b>			
1	Trasare ptr. debitare cap forjat ac CF	2	7,7
2	Transport cu podul ac trasat la debitare	3	11,5
3	Debitare cap forjat+reglaje	2	7,7
4	Poansonat ac debitat	2	7,7
5	Transport cu podul ac debitat la frezare	6	23,1
		<b>15</b>	<b>57,7</b>
<b>Activități inutile</b>			
1	Trasare ptr. debitare la lungime ac	2	7,7
2	Marcare ac trasat	1	3,8
3	Întoarcere ac cu podul la 180° ptr. debitare la lungime	3	11,5
4	Debitare la lungime ac+reglaje	2	7,7
5	Intors cu podul ac la 180°	3	11,5
		<b>11</b>	<b>42,3</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>100,0</b>

Fig.16. Activități non valoare

Timpii fără valoare adăugată (NVA) la proces debitare cap forjat ac CF

Denumire operatie	Valoare (min)	%	Cumulative %
Transport ac cu podul rulant	15	57,7%	57,7%
Trasare ptr. debitare+marcare ac	5	19,2%	76,9%
Reglaje ptr. debitare	4	15,4%	92,3%
Poansonat ac debitat	2	7,7%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>		

Fig.17. Timpii fără valoare adăugată

De asemenea s-au identificat și alte probleme care pot apare, cum ar fi faptul ca media lungimii materialului rămas dupa debitarea finală era de 50mm. A fost necesară identificarea cauzelor posibile care generează diferite probleme.

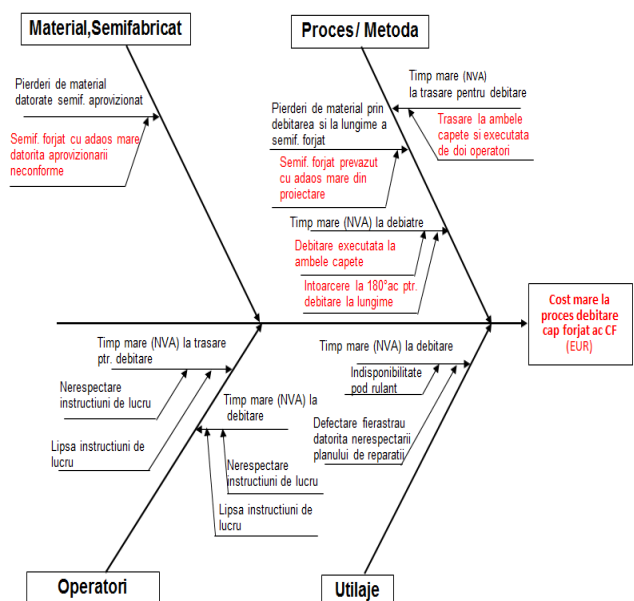


Fig.18 Probleme care pot apare pe parcursul procesului de fabricație

Astfel încât din analiza datelor centralizate în urma măsurătorilor efectuate s-au identificat următoarele cauze posibile generatoare de costuri mari la procesul de debitare cap forjat al acului CF:

1. Alocarea a doi operatori pentru activitatea de trasare în vederea debitării.
2. Întoarcerea la 180° în vederea debitării la ambele capete și ulterior pentru depozitare.
3. Pierderi de material datorate adaosurilor mari prevazute pentru semifabricatul forjat.
4. Pierderi de material datorate aprovizionării cu semifabricate neconforme (semifabricate mai mari decât cele prevăzute).

S-a realizat tabelul de prioritizare a problemelor apărute din figura 19.

Nr. Crt.	Cauze radacina	Frecventa (4)	Cost (4)	Influenta in timp (5)	Clasament
1	Timp mare NVA la debitare+transport	3	4	5	60
2	Timp mare NVA la trasare ptr. debitare	3	2	2	12
3	Pierderi de material datorate adaosurilor mari prevazute ptr. semif. forjat	3	2	1	6
4	Pierderi de material datorate aprovizionarii cu semif. neconforme	2	2	1	4

Fig.19. Clasificarea problemelor apărute

Pasul următor a constat în realizarea unui tabel cu descrierea soluțiilor de îmbunătățire conform figurii 20.

Proces/Problema	Cauze radacina	Descriere	Influenta	Efect	Solutie
Debitare cap forjat ac CF/ Cost mare la proces debitare cap forjat	Timp mare NVA la trasare ptr. debitare	Trasarea ptr. debitare se face în 90% din totalul de ace trasate - la ambele capete ale semif. forjat si de catre doi operatori	Timp mare de ciclu ceea ce conduce la cresterea costurilor	Cost ridicat, productivitate scazuta	Trasarea sa se faca numai la capatul forjat de catre un singur operator nu de doi
	Timp mare NVA la debitare	Debitarea se executa la 90% din totalul de ace forjate - la ambele capete si numai la 10% la un singur capat Intorcerea de 2 ori a acului la 180° de catre operatorii care efectueaza debitarea ptr. debitare si depozitare la faza urmatoare	Timp mare de ciclu ceea ce conduce la cresterea costurilor	Cost ridicat, productivitate scazuta, "bottlenecks" la debitare	Debitarea se va face numai la capatul forjat eliminand astfel doua intorceri la 180° si o debitare (la lungime)
	Pierderi de material datorate adaosurilor man prevazute din proiectare ptr. semif. forjat	Deseu rezultat datorita adaosului mare prevazut din proiectare ptr. semifabricatul forjat	Timp mare de ciclu datorita debitarii la ambele capete	Cost ridicat datorat desului rezultat	Se calculeaza si se inscrie in documentatie adaosul pentru forjare astfel incat sa se elimine deseul rezultat ca urmare a debitarii si la lungime
	Pierderi de material datorate aprovizionarii cu semif. neconforme (mai mari decat cele prevazute)	Deseu rezultat ca urmare a aprovizionarii cu semif. mai mari decat cele prevazute	Timp mare de ciclu datorita debitarii la ambele capete	Cost ridicat datorat desului rezultat	Se vor aproviziona numai semifabricate conform lungimilor calculate

Fig.20 Soluții de îmbunătățire

În final s-a ales soluția de îmbunătățire numărul 3, al cărei impact cost/beneficiu este cel mai favorabil implementării (fig.21).

Nr. Crt.	Solutie propusa	Cost implementare			Beneficii estimate		
		Scazut	Mediu	Inalt	Scazut	Mediu	Inalt
1	Montarea in linie cu fierastraul existent al unui nou fierastrau mobil care sa permita debitarea simultana a acului la ambele capete			x	x		
2	Adaugarea unui sistem de bacuri pentru fixarea acului in vederea debitarii pe fierastraul existent si prelungirea sistemului actual de sustinere/alimentare a acului astfel incat debitarea sa se faca la cele doua capete pe acelasi fierastrau fara intoarcerea acului la 180°		x			x	
3	Recalcularea si inscrierea in documentatie a adaosului pentru semifabricatul de forjat si aprovizionarea conform acestor date cu semifabricate ,astfel incat sa nu mai fie necesara trasarea si debitarea acului si la lungime,ci cota acului debitat sa rezulte numai din debitarea capului forjat	x					x

Fig.21. Soluția cea mai bună din cele 3 propuse

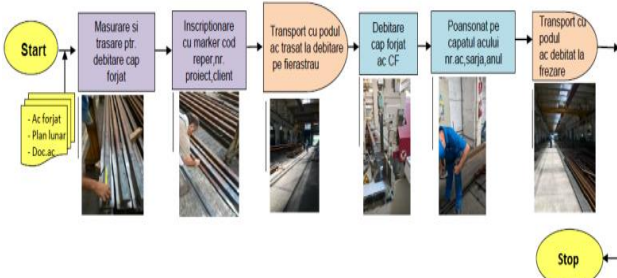


Fig.22. Noua hartă a procesului de fabricație

S-a realizat diagrama SPAGHETTI în care este prezentat procesul optimizat de debitare a capului forjat de ac CF la care distanța parcursă este de 60m iar Timpul de Ciclu (C/T) este de 31 min.

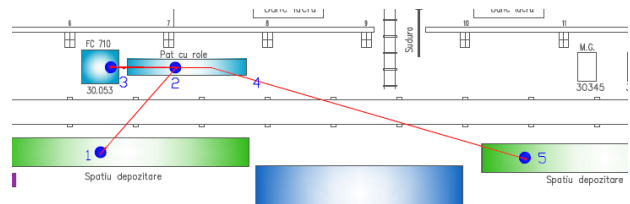


Fig.23. Ordinea operațiilor

Ordinea operațiilor prezentată în figura anterioară este:

1. Loc depozitare semifabricat forjat pentru trasare in vederea debitarii
2. Pozitionat cu podulacforjat pentru debitare
3. Debitare cap forjat
4. Transport la frezare ac debitat
5. Loc depozitare ac debitat - la frezare

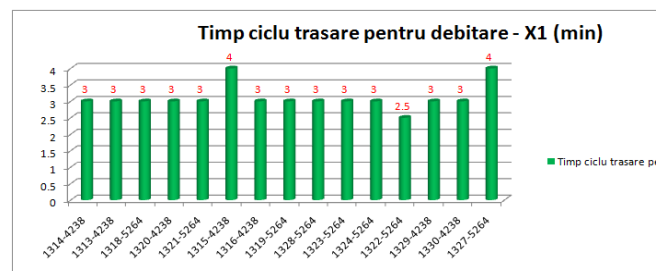


Fig.24. Timpul de trasare obținut

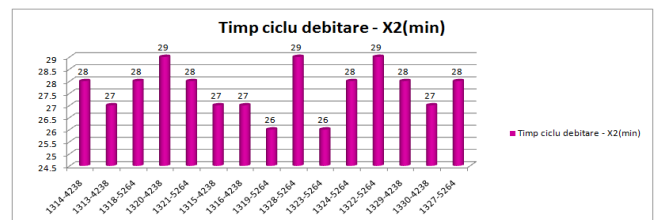


Fig.25. Timpul de debitare obținut

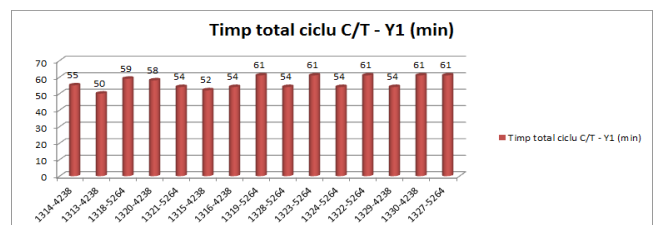


Fig. 26. Timpul total obținut

### 3. CONCLUZII

Datele rezultate în urma implementării soluțiilor de îmbunătățire identificate, transpuse în Harta fluxului de valoare, confirmă efectul pozitiv al măsurilor luate, inclusiv asupra costurilor la procesul de debitare cap forjat, astfel:

Costul total cu trasare+debitare (cu semif.=1 EUR) era înainte de 17,1 EUR.

Cost total cu trasare+debitare (cu semif.=1 EUR) după aplicarea măsurilor de îmbunătățire a procesului este de 9,52 EUR. Deci diferența rezultată este de 7,58 EUR ( - 44,3 % ).

Distanța parcursă (L)– 60 m

1. Numar ace debitate /schimb (P) – 15 buc
2. Cost cumulativ – 9,52 EUR (pentru 1 EUR semif)

Date - indicatori de baza	U/M	Valoare - MASURARE	Valoare tinta
Timp ciclu trasare ptr. debitare (X1)	min	5	3
Timp ciclu debitare cap forjat +transport (X2+X3)	min	49	40
Timp total ciclu C/T (Y1)	min	54	43
Nr. ace debitate /schimb (Y2)	buc	9	11
Date conexe	U/M	Valoare - MASURARE	Valoare tinta
Distanța parcursă	m	84	60
Lungime ramasa dupa debitare finala	mm	50	0
Nr. semif. stocate inainte de debitare	buc	40	30
Lead time L/T	zile	4,88	4,2

Fig.27. Sinteza valorilor măsurate

S-a constatat ca obiectivele propuse au fost realizate obținându-se:

1. Beneficii realizate ca urmare a reducerii timpului de ciclu (C/T) prin reducerea timpilor NVA:

- Cost economisit/buc 7,58 EUR

- Nr. mediu de ace forjate si debitate/luna: 189 buc.

Total economii anuale realizate prin reducere C/T:

$$7,58 * 189 * 12 = 17.191 \text{ EUR/an}$$

2. Beneficii realizate ca urmare a creșterii productivității (P) :

- Cost cu debitarea capului forjat după implementare solutii : 8,52 EUR/buc.

- Nr. de ace ce se debiteaza in plus: 6 buc./schimb

Total beneficii anuale ce se pot obține ca urmare a creșterii productivității:

$$8,52 * 6 * 20 = 1.022 \text{ EUR/luna} = 1.022 * 12 = 12.264 \text{ EUR/an}$$

Astfel încât rezultă

$$\text{TOTAL BENEFICII ( 1+2 )} = 17.191 + 12.264 = 29.455 \text{ EUR/ an}$$

## 2 BIBLIOGRAFIE

- [1] Emil Cazan, Gh. Gh. Ionescu, Munteanu V., Adina LetitiaNegrusa - *Managementul productiei, volumul 1*- Ed. Universitatii de Vest, Timisoara, 2002
- [2] Nicolescu, O., *Functia de organizare în intreprinderea moderna*, Ed. Politica, Bucuresti, 1975
- [3] Goian M., *Managemenentul general*-Ed. Brumar, Timisoara, 2000
- [4] Mihut , I., *Autoconducerea si Creativitatea*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1989

[5] Anania, D., Zapciu, M., Mohora, C. (2008): "Modelling of the PC MILL 100 Machine tool and milling processing DELMIA V5R17." The 19th INTERNATIONAL DAAAM SYMPOSIUM "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Next Generation of Intelligent Systems and Solutions" 22-25th October 2008, ISBN 978-3-901509-68-1, ISI Proceedings.

[6] Mohora, C., Coteș, C., Pătrascu, G. (2001) "Simularea sistemelor de producție— Simularea proceselor, fluxurilor materiale si informationale". Editura Agir . Editura Academiei Române ISBN 973-27-0868-9 si Editura AGIR ISBN 973-8130-69-7, București.

[7] Machuca, D., Luque, R.; S. Díaz, M - "Teaching OM within Thenexom: Innovative Practices and Links to Research", Research and Practice, ISBN: 84-689-1991-8. - Ispas, C., Mohora, C., Zapciu, M., Anania, D., Ivan, I. – *Advanced techniques for engineers training* in Politehnica University of Bucharest, THENEXOM, pag. 37-57, Editors 2005.

[8] Ispas, C., Zapciu, M., Mohora, C., Anania, D. (2006): "Product developement using CAD-CAM-CAE software and internet facilities", Scientific Buletin serie C, Volum XX - ISSN:1224-3264 The International Conference of the Carpathian Euro-Specialists in Industrial System Edition 6- Baia Mare mai 2006, pag163-168.

[9] Ispas C, Mohora C., Tilina D. &Paraschiv M. (2008). Researches and solutions for optimising technical problem with TRIZ theory. The 19th INTERNATIONAL DAAAM SYMPOSIUM "Intelligent Manufacturing&Automation: Focus on Next Generation of Intelligent Systemsand Solutions" 22-25th October 2008, ISSN 1726-9679, ISBN 978-3-901509-68-1.

[10] Ispas, C., Mohora, C. &Calin, O. (2002) Simulation - tool of manufacturing optimisation. Pakistan Journal of Applied Scinces nr. 2. Pakistan, ISSN 1607 – 8926.

[11] Mohora C.,Coteș, C.&Pătrascu, G.(2001). Simularea sistemelor de producție— Simularea proceselor, fluxurilor materiale si informationale. Editura Agir .Editura Academiei Române ISBN 973-27-0868-9 si Editura AGIR ISBN 973-8130-69-7, București.