

Implementarea Six Sigma pentru creșterea gradului de utilizare a materialelor

PRENUME, NUME AUTOR-LAVINIA MUREȘAN
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA
Facultatea de Științe
Specializarea: Informatica Economică
Email: Muresan.Fl.Lavinia@student.utcluj.ro

PRENUME, NUME AUTOR-MARIUS COPEȘTIUC
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA
Facultatea de Științe
Specializarea: Informatica Economică
Email: Copestiuc.Du.Marius@student.utcluj.ro

Abstract

The implementation of the Six Sigma methodology has proven essential for increasing performance and reducing waste in the manufacturing industry, providing a strict framework for continuous improvement and data-driven decision-making. In the case study carried out at the Eaton Bușag factory, applying the DMAIC sequence allowed for the identification and optimization of low-efficiency schedules on the stamping lines. The degree of metal sheet utilization increased from 80.81% to 83.32%, and the control limits narrowed, indicating that the process became more stable. These results confirm the role of Six Sigma as a practical tool for reducing losses, lowering costs, and supporting the company's sustainability objectives.

Keywords: Six Sigma, DMAIC



Introducere

În anii 1980, compania Motorola a identificat o problemă critică de calitate: produsele sale electronice prezentau de 20 de ori mai multe defecte decât cele ale concurenței japoneze. Pentru a remedia această discrepanță, CEO-ul Bob Galvin a lansat o provocare strategică — „să fim de zece ori mai buni în cinci ani” — iar inginerul Bill Smith a răspuns acestei provocări dezvoltând o metodă revoluționară de îmbunătățire a proceselor: Six Sigma (*Wikipedia, 2024*) [4].

La baza metodei se află secvența DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve, Control – care ajută la abordarea sistematică a problemelor și optimizarea proceselor. Metodologia este susținută de instrumente precum diagramele Pareto, analiza cauzelor fundamentale, SPC (controlul statistic al proceselor) și testarea ipotezelor (*CSSC, 2018*) [1]. Această abordare permite trecerea de la decizii bazate pe intuiție la soluții validate prin date.

În același timp, studii de caz multiple demonstrează că implementarea Six Sigma are un impact direct asupra performanței organizaționale: scăderea variației procesului, îmbunătățirea ratei de livrare la timp și creșterea satisfacției clientului (*Setiawan et al., 2025*) [5]; *Pongboonchai-Empl et al., 2024*) [6]; *Kumar & Sosnoski, 2009*) [7].

Totuși, Six Sigma nu este doar o metodologie de îmbunătățire a calității, ci o abordare structurată care aliniază procesele organizaționale cu nevoile clientului și cu obiectivele strategice de afaceri.

În contextul actual, cu concurență acerbă și transformări digitale continue, Six Sigma reprezintă o metodologie prin care organizațiile pot înțelege mai profund cum funcționează procesele lor, pot reduce risipa și pot livra valoare constantă clienților. Six Sigma este o unealtă de îmbunătățire a calității care urmărește, prin instrumente statistice și disciplină managerială, să reducă defectele și variația în orice tip de proces – fie el de fabricație, logistică, IT, servicii financiare sau administrație. Această metodologie consideră excelența operațională ca fiind atinsă atunci când un proces

SIX SIGMA σ



funcționează cu cel mult 3,4 defecte la un milion de oportunități, corespunzând unei acuratețe de 99,99966% (CSSC, 2018) [1]. Din punct de vedere statistic, Six Sigma evaluează capacitatea procesului de a opera între limitele specificațiilor tehnice, cu șase abateri standard ($\pm 6\sigma$) între media procesului și cea mai apropiată limită a specificației. Dacă variația este mică, iar procesul rămâne centrat, probabilitatea apariției unui defect este extrem de redusă (CSSC, 2018) [1].

Modelul presupune și o deplasare dinamică a mediei procesului cu $\pm 1,5$ sigma în timp, o ajustare introdusă de Mikel Harry (Motorola) pentru a reflecta variațiile reale pe termen lung. Aceasta este baza convențională pentru rata de 3,4 DPMO, chiar dacă, în teorie, 6 sigma într-o distribuție normală ar însemna practic zero defecte (Wikipedia, 2024) [4].

Un avantaj major al metodei este că nu presupune neapărat distribuții normale. Practicienii pot aplica instrumentele Six Sigma și pentru seturi de date nenormale, ceea ce extinde considerabil aplicabilitatea în medii complexe, nestructurate sau imprevizibile (CSSC, 2018) [1]; [2].

Metodologia DMAIC în Six Sigma.

Metodologia DMAIC – acronim de la *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* – reprezintă structura esențială de îmbunătățire a proceselor existente în cadrul Six Sigma. Fiecare etapă este gândită pentru a conduce pas cu pas la înțelegerea și rezolvarea cauzelor variației și defectelor, în scopul optimizării continue a performanței procesului (CSSC, 2018) [1]; [2]; Wikipedia, 2024 [4]; Setiawan et al., 2025 [5].



DEFINE

Etapă DEFINE – Definirea problemei și a obiectivelor proiectului

Etapă DEFINE stabilește fundamentul întregului proiect Six Sigma. Obiectivul principal este formularea clară a problemei de proces, înțeleasă și acceptată de toate părțile implicate și de către echipa de analiză. În această etapă se identifică clienții, cerințele lor (Voice of the Customer – VOC), rezultatele dorite (Critical to Quality – CTQ) și limitele de aplicabilitate ale proiectului. Este importantă pentru alinierea strategică a echipei, obținerea suportului managerial și definirea succesului proiectului (CSSC, 2018) [1].

Activitate	Descriere	Instrumente utilizate
1. Colectarea vocii clientului (Voice of the Customer – VOC)	Se identifică așteptările și nevoile clientului prin sondaje, interviuri, reclamații sau observații directe. Acestea sunt transformate în cerințe măsurabile (CTQs).	Sondaje, Interviuri, Matrice VOC–CTQ, Observație directă
2. Clarificarea obiectivului afacerii	Se definește scopul, importanța și impactul (calitativ și financiar).	Matrice obiective–rezultate, Diagrama de impact, Fișa proiectului (Project Charter)
3. Stabilirea limitelor de analiză a proiectului	Se identifică limitele de aplicabilitate ale proiectului: unde începe și unde se termină procesul, ce este în și ce este în afara controlului echipei.	SIPOC, Diagrama de flux de nivel înalt, Harta procesului
4. Formarea echipei de proiect	Se selectează membrii echipei și se definesc rolurile (Champion, Process Owner, Black/Green Belts). Se clarifică canalele de comunicare și responsabilitățile.	RACI Matrix, Matrice responsabilități, Fișa proiectului
5. Definirea calendarului, resurselor și riscurilor	Se stabilește planificarea temporală, se alocă resursele necesare și se anticipează riscurile majore ale proiectului.	Cronogramă, Analiza riscurilor, Plan de proiect

Tabel. 1. Activități și instrumente utilizate pentru etapa de definire.

Sursa Datelor: CSSC, 2018) [1]

Printre cele mai frecvente provocări în pasul de analiză se numără **definirea vagă a problemei**, care duce la confuzie în echipă și orientare greșită a efortului. De asemenea, **neimplicarea persoanelor relevante** poate genera soluții nerealiste și lipsă de susținere în implementare. O altă greșală este **stabilirea unor obiective nemăsurabile**, care face imposibilă evaluarea progresului. În plus, **un domeniu de proiect prea larg sau nedefinit** compromite eficiența proiectului (CSSC, 2018) [1].

O etapă DEFINE bine executată permite o înțelegere clară a obiectivelor, clarifică limitele de aplicabilitate ale proiectului și oferă un punct de plecare solid pentru colectarea și analiza datelor în etapele următoare ale ciclului DMAIC (CSSC, 2018) [1].



MEASURE

Etapa MEASURE – Măsurarea performanței procesului

Etapa MEASURE are ca obiectiv colectarea și validarea datelor pentru a evalua performanța actuală a procesului. Aceasta definește baza de referință (*baseline*) față de care vor fi comparate îmbunătățirile obținute ulterior. O măsurare corectă asigură luarea deciziilor pe baza datelor, nu a presupunerilor (CSSC, 2018) [1].

Activitate	Descriere	Instrumente utilizate
1. Definirea metodelor de măsurare și a indicatorilor	Se stabilesc ce variabile sunt relevante (ex. defecte, timp, costuri) și care sunt indicatorii de performanță corelați cu CTQ-urile clientului. Se definește metoda de colectare și punctele de măsurare.	Matrice CTQ, Diagrama SIPOC, Diagrama de flux, Plan de colectare date
2. Colectarea datelor	Se aplică metode sistematice de înregistrare a datelor din procesul analizat. Se definesc sursele, frecvența și forma în care se colectează datele.	Fișe de verificare (Check Sheets), Tabele de frecvență, Formulare de observație, Diagrame de flux detaliate
3. Validarea sistemului de măsurare (MSA)	Se verifică dacă datele colectate sunt reproductibile și repetabile. Se testează variația introdusă de echipamente și operatori.	Gage R&R, Analiza de precizie și acuratețe, Control charts, Minitab
4. Calcularea performanței procesului	Se calculează nivelul actual Sigma și se determină capabilitatea procesului folosind datele colectate. Se analizează distribuția statistică.	Cp, Cpk, Pp, Ppk, Histograme, Boxploturi, Diagrame de distribuție, Minitab
5. Stratificarea și segmentarea datelor	Datele sunt organizate pe categorii relevante (produse, schimburi, echipe) pentru a identifica surse de variație.	Diagrama Pareto, Run Chart, Scatter Plot

Tabel. 2. Activități și instrumente utilizate pentru etapa de măsurare.

Sursa Datelor: CSSC, 2018) [1] [2]

Erorile frecvente în acest pas sunt **colectarea de date irelevante**, care nu susțin obiectivele proiectului și pot afecta analiza. **Lipsa validării sistemului de măsurare (MSA)** compromite fiabilitatea datelor și reduce încrederea în concluzii. De asemenea, **neclaritatea în definirea indicatorilor de performanță** creează confuzii în evaluarea rezultatelor. În final, **interpretarea eronată a indicatorilor Cp/Cpk fără o analiză statistică riguroasă** poate conduce la concluzii greșite privind capabilitatea procesului (CSSC, 2018) [1]; [2].

Etapa MEASURE oferă baza necesară pentru evaluarea performanței procesului. Prin aplicarea instrumentelor statistice și a unor metode de colectare a datelor, organizația poate obține date exacte a procesului, ceea ce permite luarea unor decizii bine documentate în etapele următoare (CSSC, 2018) [1].



Etapa ANALYZE – Analiza cauzelor principale ale variației

Etapa ANALYZE are rolul de a identifica și valida cauzele principale ale variației și ale problemelor din procesul analizat. Aceasta presupune utilizarea de instrumente statistice și logice pentru a înțelege relațiile dintre variabile și pentru a determina factorii cei mai importanți care influențează performanța (CSSC, 2018) [1]; [2].

Activitate	Descriere	Instrumente utilizate
1. Identificarea cauzelor potențiale	Se colectează informații despre posibilele surse ale variației procesului, prin metode de brainstorming și analiza echipei.	Diagrama Ishikawa (Cause & Effect), 5 Why, Harta Procesului, Brainstorming structurat
2. Validarea relației între variabile (x) și rezultatele (y)	Se evaluează corelația dintre factorii de intrare și rezultatul procesului ($y = f(x)$). Se analizează relațiile statistice.	Analiză de corelație, Scatter Plot, Diagrama de regresie
3. Testarea ipotezelor statistice	Se aplică teste statistice pentru a valida dacă diferențele observate sunt semnificative din punct de vedere statistic.	t-Test, ANOVA, Chi-square test, Minitab pentru validare ipoteze
4. Prioritizarea cauzelor identificate	Se selectează cauzele critice pentru calitate care influențează cel mai mult performanța. Se prioritizează pentru etapa de îmbunătățire.	Diagrama Pareto, Matrice de prioritizare
5. Verificarea procesului și fluxului operațional	Se revizuieste procesul pentru a confirma unde apar deviațiile și dacă există pași instabili sau variații ascunse.	Harta detaliată a procesului, Run Chart, Control Chart (analiză istorică)

Tabel. 3. Activități și instrumente utilizate pentru etapa de analizare.

Sursa Datelor: CSSC, 2018) [1] [2]

O eroare frecventă este **identificarea cauzelor pe baza presupunerilor sau a intuiției**, fără susținere în date concrete. De asemenea, **nevalidare ipotezelor statistice** poate conduce la concluzii eronate privind influența variabilelor. În plus, **lipsa prioritizării cauzelor identificate** poate dispersa eforturile și întârzia implementarea soluțiilor eficiente (CSSC, 2018) [1]; [2].

Etapa ANALYZE permite înțelegerea profundă a modului în care variabilele de intrare afectează rezultatele procesului. Prin aplicarea de metode statistice și logice, se pot izola cauzele reale ale problemelor, evitând acțiuni corective superficiale (CSSC, 2018) [1].



Etapa IMPROVE – Îmbunătățirea performanței procesului

Etapa IMPROVE se concentrează pe dezvoltarea, testarea și implementarea soluțiilor care elimină cauzele principale ale problemelor identificate în etapa ANALYZE. Obiectivul este optimizarea procesului astfel încât performanța să fie îmbunătățită semnificativ, durabil și măsurabil. Soluțiile propuse trebuie validate experimental înainte de implementarea completă (CSSC, 2018) [1]; [2].

Activitate	Descriere	Instrumente utilizate
1. Generarea soluțiilor posibile	Se identifică opțiuni de îmbunătățire prin brainstorming, analiza echipei și consultarea experților.	Brainstorming structurat, Matrice CTQ-soluții, Diagrama de relații
2. Selectarea soluțiilor viabile	Se evaluează fezabilitatea, eficiența și riscurile soluțiilor propuse înainte de testare.	Matrice de decizie, Analiza cost-beneficiu

3. Testarea soluțiilor în proiect pilot	Soluțiile selectate se testează la scară redusă pentru a evalua impactul asupra procesului.	Proiect pilot, Diagrame de control, Run chart
4. Analiza riscurilor și a modurilor de defectare	Se identifică riscurile potențiale asociate cu soluțiile implementate și se elaborează planuri de atenuare.	Diagrama Ishikawa, Matrice risc-impact
5. Implementarea soluțiilor la scară completă	După validare, soluțiile sunt implementate în întregul proces, iar rezultatele sunt monitorizate.	Plan de implementare, Instruire operațională, Diagrame de performanță

Tabel. 4. Activități și instrumente utilizate pentru etapa de îmbunătățire
Sursa Datelor: CSSC, 2018) [1] [2]

Printre greșelile frecvente se numără **selectarea unor soluții care nu vizează cauzele reale** identificate în etapa ANALYZE, ceea ce duce la efecte limitate sau temporare. De asemenea, **implementarea fără testare pilot** reduce capacitatea de a anticipa riscuri și de a adapta soluțiile. **Ignorarea unei analize riguroase a riscurilor** poate genera noi probleme în sistem, iar **neglijarea impactului asupra altor procese** poate provoca efecte secundare și rezistență la schimbare (CSSC, 2018) [1]; [2].

Etapa IMPROVE este critică pentru obținerea rezultatelor concrete ale proiectului Six Sigma. Prin testarea controlată și implementarea soluțiilor validate, organizația poate obține îmbunătățiri cuantificabile în performanța proceselor (CSSC, 2018) [1].



CONTROL

Etapa CONTROL – Controlul și menținerea îmbunătățirilor

Etapa CONTROL are ca obiectiv consolidarea îmbunătățirilor realizate în etapa IMPROVE și asigură stabilitatea acestora în timp. Aceasta presupune dezvoltarea de mecanisme și proceduri prin care noul nivel de performanță al procesului să fie monitorizat, menținut și standardizat. Controlul eficient previne revenirea la starea anterioară și sprijină cultura îmbunătățirii continue (CSSC, 2018) [1]; [2].

Activitate	Descriere	Instrumente utilizate
1. Monitorizarea continuă a procesului	Se asigură măsurarea continuă a performanței procesului îmbunătățit pentru a detecta orice deviație de la noul standard.	SPC (Statistical Process Control), Diagrame de control (X-R, P-chart), KPI dashboards
2. Implementarea unui plan de control	Se documentează acțiunile, responsabilitățile, frecvențele de monitorizare și metodele de reacție în cazul abaterilor.	Plan de control, Matrice responsabilități, Fișe de monitorizare
3. Standardizarea procesului	Se actualizează procedurile operaționale pentru a reflecta noul proces optimizat, iar schimbările sunt comunicate întregii echipe.	SOP-uri (Standard Operating Procedures), Manuale de proces, Formulare standardizate
4. Instruirea personalului	Se instruește personalul asupra noilor proceduri și se consolidează competențele necesare pentru menținerea îmbunătățirilor.	Plan de instruire, Sesiuni de training, Evaluări de competențe
5. Transferul responsabilității și auditul post-implementare	Controlul procesului este predat către ownerii de proces, iar performanța este verificată periodic.	Audituri interne, Checklisturi de conformitate, Revizui de performanță

Tabel. 5. Activități și instrumente utilizate pentru etapa de control.
Sursa Datelor: CSSC, 2018) [1]

Printre erorile frecvente se numără absența unui sistem clar de monitorizare a performanței, lipsa standardizării noilor procese, neimplementarea planurilor de control și neimplicarea personalului în menținerea rezultatelor. De asemenea, absența instruirii adecvate sau a auditului post-implementare poate duce la revenirea la vechile practici și pierderea beneficiilor obținute (CSSC, 2018) [1]; [2].

Etapă CONTROL consolidează rezultatele proiectului Six Sigma, asigurând că îmbunătățirile obținute sunt sustenabile și integrate complet în operațiunile curente. Prin standardizare, monitorizare și formare continuă, organizațiile pot evita regresul și pot susține cultura calității (CSSC, 2018) [1].

Beneficiile implementării Six Sigma

Implementarea Six Sigma generează multiple beneficii: reduce costurile prin diminuarea defectelor, rebuturilor și activităților fără valoare adăugată (CSSC, 2018) [1], crește satisfacția clientului datorită îmbunătățirii calității produselor și serviciilor (Setiawan et al., 2025) [5], optimizează și stabilizează procesele prin eliminarea cauzelor de variație (CSSC, 2018) [2] și dezvoltă o cultură organizațională orientată spre date, calitate și responsabilitate (CSSC, 2018) [3]. Totodată, sporește competitivitatea pe piață prin optimizarea performanțelor interne și externe (CSSC, 2018) [1][2] și consolidează procesul decizional prin analiza statistică și instrumentele moderne de management al calității (CSSC, 2018) [1]; Pongboonchai-Empl et al., 2024 [6].

Studiu de caz:

Eaton este o companie internațională care oferă soluții pentru gestionarea energiei, punând accent pe eficiență, siguranță și sustenabilitate. Este activă la nivel global, cu o istorie de peste 100 de ani și operațiuni în peste 175 de țări. În România, Eaton are mai multe fabrici și centre logistice, în localități precum Sârbi, Bușag și Arad. Compania contribuie la economia locală prin crearea a peste 2.000 de locuri de muncă și prin investiții în dezvoltare și inovație. Fabrica din Bușag produce tablouri electrice și componente metalice.

Proiectul Six Sigma desfășurat în locația Eaton Bușag are ca obiectiv creșterea eficienței în utilizarea tablei metalice pe mașinile de perforat, de la 80,83% la 84%, fără investiții suplimentare. Această inițiativă nu doar că optimizează procesele de producție, dar contribuie direct la reducerea deșeurilor și la utilizarea mai responsabilă a resurselor materiale.

Aplicarea DMAIC în studiu de caz:

DEFINE – Definirea proiectului

Proiectul a fost inițiat în cadrul fabricii Eaton din Bușag, cu scopul de a îmbunătăți utilizarea tablei metalice pe mașinile de perforat. Deși la nivel global procesul părea eficient, analiza inițială a arătat că este necesară o abordare mai detaliată pentru a identifica oportunități de îmbunătățire.

Obiectivul proiectului a fost creșterea utilizării tablei metalice de la 80,81% la 84%, fără investiții suplimentare. Pentru organizarea și desfășurarea proiectului s-au folosit mai multe instrumente specifice: Project Charter-ul (pentru clarificarea scopului, obiectivelor, echipei și limitelor), obiective SMART, diagrama SIPOC (pentru înțelegerea procesului și definirea rolurilor cheie), analiza Voice of the Customer (VoC) (pentru identificarea așteptărilor privind eficiența și reducerea pierderilor) și Milestone Schedule (pentru planificarea și monitorizarea etapelor importante).

MEASURE – Colectarea și analiza datelor

În această etapă, echipa a urmărit să înțeleagă în detaliu performanța actuală a procesului de perforare și să stabilească o bază de referință clară pentru îmbunătățiri.

Date colectate pe o durată de 32 de săptămâni (ianuarie – septembrie 2024).

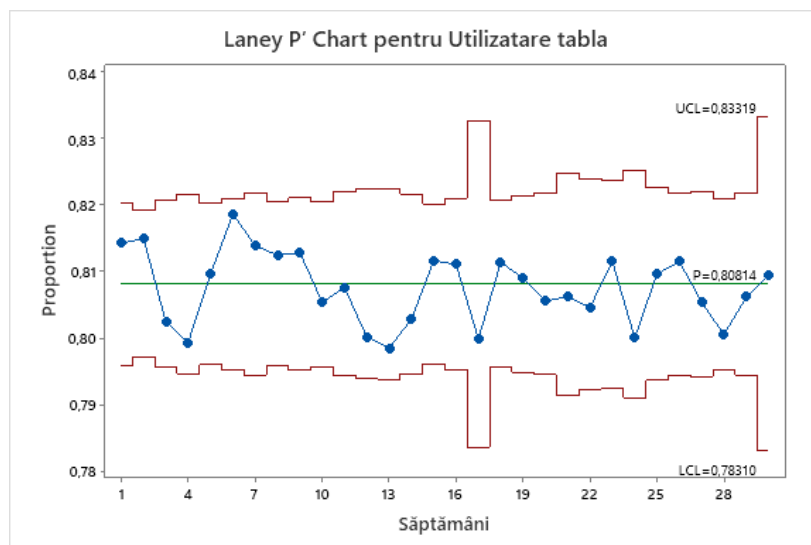


Fig. 2. Analiza Laney P-Chart(Minitab) pentru utilizare tabla.

Sursa Datelor: Fabrica Eaton Buşag .

Rezultate inițiale

Gradul de utilizare a materialului a fost de 80,81%, iar procesul s-a încadrat în limitele de control stabilite: limita superioară (UCL) la 83% și limita inferioară (LCL) la 78%. Analiza a arătat că procesul a fost stabil, fără puncte în afara acestor limite. Pentru monitorizarea și evaluarea performanței, s-a folosit Laney P Chart, recomandat de Minitab pentru evaluarea variației proporționale, precum și un fișier de urmărire care a centralizat și analizat datele de utilizare pentru fiecare mașină.

ANALYZE - Analiza performanței mașinilor și identificarea pierderilor de material

După stabilirea obiectivului și colectarea datelor, echipa a trecut la analiza distribuției performanței între echipamente, pentru a înțelege unde apar cele mai mari pierderi de material și cum poate fi optimizat procesul.

Alegerea echipamentului cu un grad scăzut de utilizare

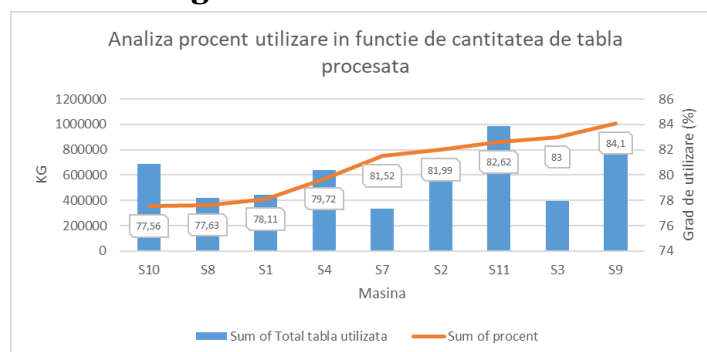


Fig. 2. Analiză grafică al utilizării de tablă pe mașini.

Sursa Datelor: Fabrica Eaton Buşag.

Graficul evidențiază legătura dintre cantitatea totală de tablă procesată pe fiecare mașină și gradul de utilizare (%). Se remarcă faptul că mașinile care procesează volume mari de tablă, precum S10 și S8, înregistrează cele mai scăzute procente de utilizare, de 77,56% și 77,63%. În schimb, la

mașinile S11 și S9 fiind de ultimă generație, procentele de utilizare depășesc 82%, atingând un maxim de 84,1% la S9.

Această tendință arată că există potențial semnificativ de îmbunătățire pe mașinile care procesează volume mari dar au eficiență scăzută, deoarece orice creștere a gradului de utilizare aici aduce economii importante în cantitate absolută de material salvat. În schimb, mașinile cu procente ridicate și volum mare asigură deja un nivel optim de performanță, fiind exemple de bune practici.

Eforturile de optimizare ar trebui concentrate în special pe mașinile cu volum mare și eficiență redusă, unde impactul îmbunătățirii va fi cel mai vizibil atât ca procent, cât și ca volum total de material economisit.

Analiza cauzelor relevante care determina pierderile de material

A fost organizată o sesiune de **brainstorming** cu echipa, în care au fost prezentate 10 posibile cauze privind motivele pierderilor de materiale.

Prin demonstrare și discuții în echipă, lista a fost redusă la 5 cauze relevante, care urmau să fie analizate în detaliu în etapa următoare.

Etapă Analize a permis echipei să delimiteze clar zona critică (mașina S10) și să pregătească un set de cauze identificate pentru etapa **Improve**, unde urmau să fie testate și validate soluții concrete.

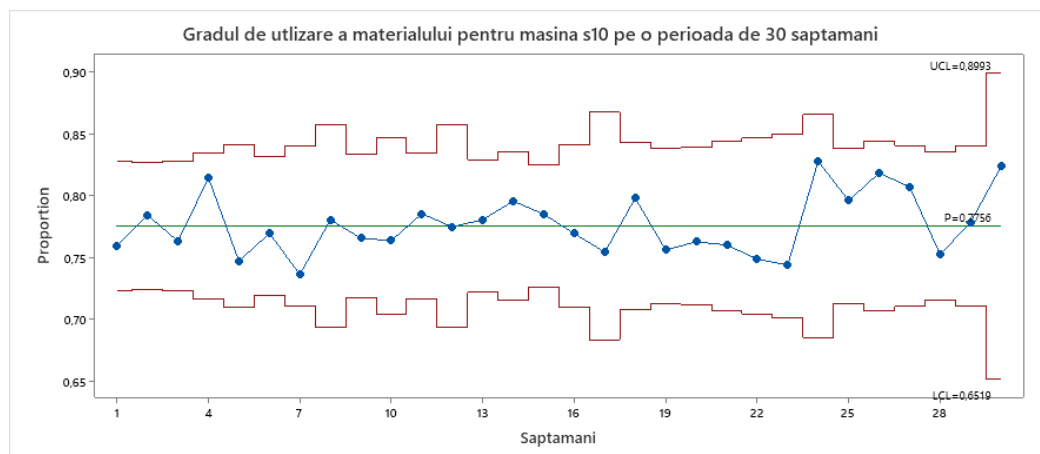


Fig. 3. Analiza Laney P pentru utilizare tabla pe masina S10 (Minitab).

Sursa Datelor: Fabrica Eaton Bușag .

Graficul din figura 3 ne arată evoluția săptămânală a gradului de utilizare a tablei pe mașina S10, monitorizată timp de 30 săptămâni . Media gradului de utilizare este de 77,56%, iar valorile se mențin între limitele de control stabilite (UCL = 0,8993 și LCL = 0,6519). Pe tot intervalul analizat, nu apar puncte în afara acestor limite, ceea ce indică un proces stabil din punct de vedere statistic.

Totuși, se poate observa o fluctuație vizibilă de la o săptămână la alta,. Deși nu există abateri majore, gradul de utilizare rămâne sub media dorită, ceea ce sugerează potențial de îmbunătățire. Orice creștere a stabilității sau reducere a variației ar contribui la economisirea de material și la eficiență mai mare pentru S10.

Procesul este controlat statistic, dar există variabilitate și loc de optimizare pentru a ridica media de utilizare mai aproape de limitele superioare.

IMPROVE – Implementarea soluțiilor și optimizarea procesului

Pe baza identificării cauzelor din etapa de analiză, care au generat pierderi ridicate de material și grad de utilizare scăzut, echipa propune aplicarea unor soluții concrete, cu scopul de a crește gradul de utilizare a tablei metalice.

Pe mașina S10 au fost identificate primele 10 programe standard cu cel mai mare consum de tablă și o eficiență sub 81%. Aceste programe au fost analizate de către departamentul de programare,

după aplicarea soluțiilor propuse pentru creșterea gradului de utilizare al tablei și scăderea pierderilor de materiale, produsele corespund standardelor de calitate.

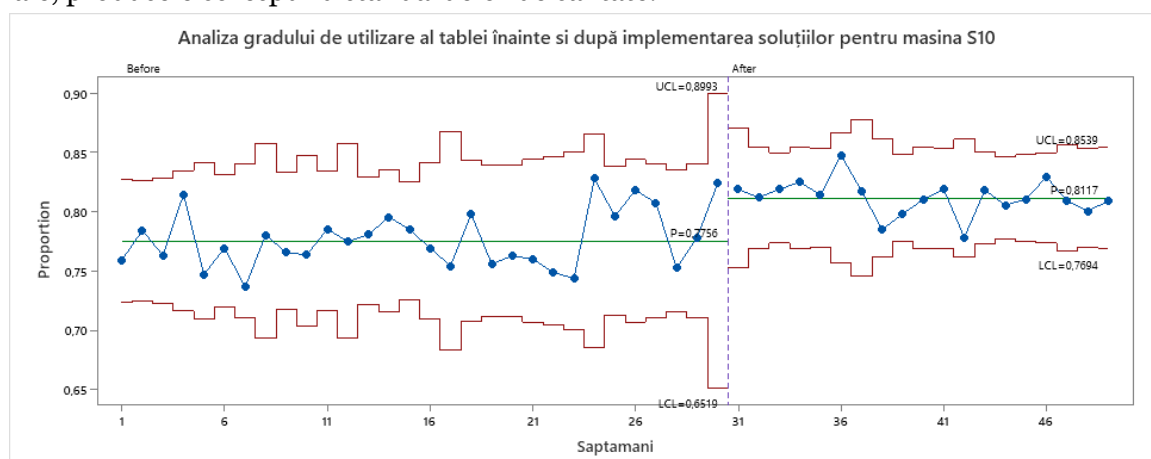


Fig. 4. Analiza gradului de utilizare al tablei înainte și după implementarea soluțiilor de îmbunătățire pentru mașina S10

Sursa Datelor: Fabrica Eaton Bușag .

Graficul compară gradul de utilizare a tablei pe mașina S10 înainte și după implementarea îmbunătățirilor. În prima parte, media gradului de utilizare era 77,56%, cu limite de control mai largi (UCL = 0,8993, LCL = 0,6519), semnalând variație și eficiență scăzută. După optimizare), media a crescut la 81,17%, iar limitele de control s-au restrâns (UCL = 0,8539, LCL = 0,7694), indicând un proces mult mai stabil și eficient.

După implementarea soluțiilor de îmbunătățire al gradului de utilizare al materialelor și scăderea pierderilor de material, se observă o creștere cu 3,61% a valori medii a gradului de utilizare și a limitelor de control.

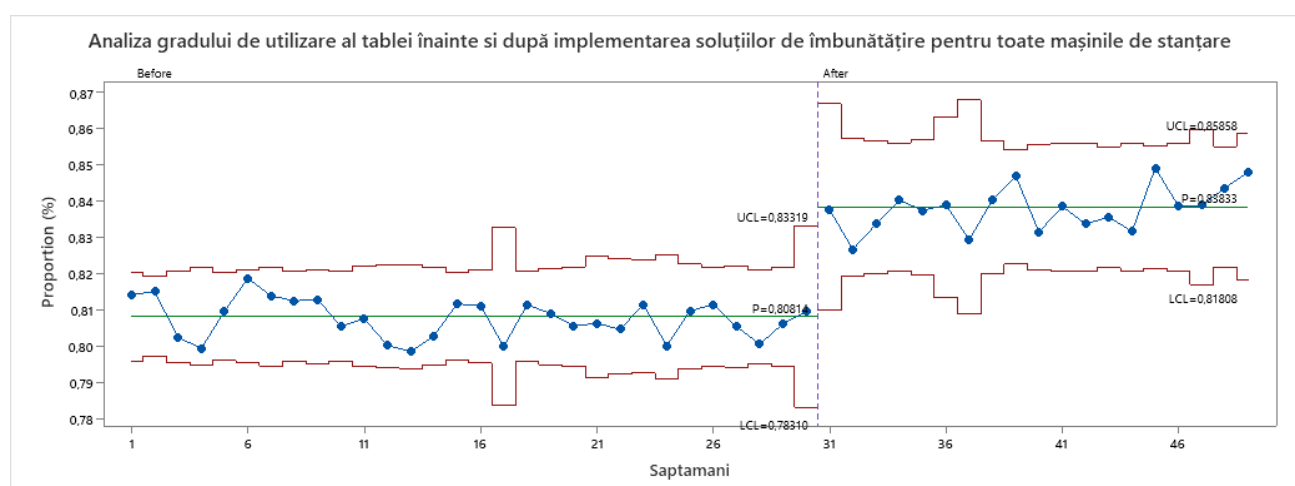


Fig. 5. Analiza gradului de utilizare al tablei înainte și după implementarea soluțiilor de îmbunătățire pentru toate mașinile de stanțare Sursa Datelor: Fabrica Eaton Bușag.

Această îmbunătățire a gradului de utilizare a colilor de tablă are un rol esențial în susținerea proiectului, deoarece creșterea mediei de la 80,81% la 83,32% și reducerea variației procesului arată că soluțiile implementate funcționează, și aduc rezultate stabile în timp. Optimizarea nu doar că reduce direct pierderile de material și costurile operaționale, dar contribuie și la obiectivele de sustenabilitate ale companiei, scăzând impactul asupra mediului. Practic, proiectul demonstrează că prin măsuri concrete și monitorizare atentă se pot obține beneficii reale, atât pentru eficiența operațională, cât și pentru strategia de dezvoltare durabilă a fabricii.

CONTROL – Stabilizarea îmbunătățirilor și monitorizarea continuă

După implementare, echipa a introdus un raport lunar cu cele mai slabe 20 de programe cu un grad de utilizare scăzut, analizate și ajustate constant de departamentul de programare. Un fișier de urmărire permite monitorizarea fiecărei modificări și evaluarea impactului asupra eficienței. În paralel, continuă inițiative pentru piese cu utilizare sub 63%, în colaborare cu R&D (Research and Development) pentru optimizarea formatului și grosimii tablei.

Concluzie:

Proiectul Six Sigma de la Eaton Bușag a demonstrat că o analiză riguroasă și colaborarea între echipe pot crește eficiența și reduce deșeurile fără investiții suplimentare. Controlul strict a asigurat menținerea rezultatelor și economii anuale de peste 30.000 de dolari, subliniind importanța monitorizării continue și implicării echipei pentru rezultate durabile.

1. Council for Six Sigma Certification (CSSC). (2018). Six Sigma Black Belt Certification Training Manual. Harmony Living, LLC. <https://www.sixsigmacouncil.org/six-sigma-training-material/>
2. Council for Six Sigma Certification (CSSC). (2018). Six Sigma Green Belt Certification Training Manual. Harmony Living, LLC. <https://www.sixsigmacouncil.org/six-sigma-training-material/>
3. Council for Six Sigma Certification (CSSC). (2018). Six Sigma Yellow Belt Certification Training Manual. Harmony Living, LLC. <https://www.sixsigmacouncil.org/six-sigma-training-material/>
4. Wikipedia contributors. (2024). Six Sigma. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/Six_Sigma
5. Setiawan, S., Dewi, N. N. P., & Purba, B. R. (2025). The Reduction of Paint Defects Through DMAIC Approach to Improve Product Quality in the Automotive Industry. Jurnal Teknologi dan Manajemen, 23(1), 18–27. <https://doi.org/10.52330/jtm.v23i1.418>
6. Pongboonchai-Empl, T., Habidin, N. F., & Somsuk, N. (2024). Integration of Industry 4.0 Technologies into Lean Six Sigma DMAIC: A Systematic Review. Production Planning & Control, 35(12), 1403–1428. <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2188496>
7. Kumar, S., & Sosnoski, M. (2009). Using DMAIC Six Sigma to Systematically Improve Shopfloor Production Quality and Costs. International Journal of Productivity and Performance Management, 58(3), 254–273. <https://doi.org/10.1108/17410400910938850>
8. <https://www.eaton.com/us/en-us/company/about-us.html>