

ÎMBUNĂȚIREA CONTINUĂ A PROCESELOR DE FABRICAȚIE DIN ÎNȚREPRINDERILE MICI ȘI MIJLOCII

Teză de doctorat – Rezumat

pentru obținerea titlului științific de doctor la

Universitatea Politehnica Timișoara

în domeniul de doctorat Inginerie Industrială

autor Mircea Raul Bogdan

conducător științific Prof.univ.dr.ing.& ec. Dumitru

Tucu

luna februarie anul 2024

INTRODUCERE

Într-un mediu globalizat, caracterizat esențialmente de o industrializare profundă și generalizată, trebuie acordată o atenție deosebită la cele mai importante aspecte care influențează îmbucățirea continuă a calității.

În această lucrare, vor fi studiate metodele și tehnicile de îmbunățire continuă și vor fi prezentate principalele rezultate originale obținute. În continuare vor fi detaliate importanța și necesitatea temei alese, obiectivele cercetării dar și structura lucrării.

Importanța și necesitatea temei alese

Actualmente, într-un mediu cu industrializare avansată în toate domeniile, îmbunățirea continuă a proceselor de fabricație respectiv optimizarea sistemelor de calitate, reprezintă o provocare pentru creșterea sustenabilității economiei (naționale și chiar globale), reducerea costurilor, eficientizarea resurselor disponibile, dezvoltarea unor procese stabile și sustenabile, satisfacerea consumatorului, protejarea mediului înconjurător și, implicit, a omului. Potențialul economic actual și de perspectivă permite dezvoltarea unor astfel de metode prin care se valorifică soluțiile de îmbunățire continuă a calității, prin valorificarea resurselor umane și creșterea gradului de instruire al acestora.

Se pornește de la obiectivul general al Tezei de doctorat, care este reprezentat de optimizarea îmbunățirii continue ca metodă fundamentală de asigurare a calității prin procesele de producție din Întreprinderile Mici și Mijlocii din România prin dezvoltarea de aplicații industriale.

Metodele și procedeele folosite actualmente în ceea ce privește asigurarea calității în IMM-uri sunt considerate cea mai importantă soluție de asigurare și perfecționare a calității, în toate formele de industrie. Potențialul economic actual și de perspectivă - mai ales – din România permite dezvoltarea unor astfel de metode prin care se valorifică soluții de îmbunățire continuă a calității, prin valorificarea resurselor umane și creșterea gradului de îmbunățire al acestora.

Îmbunățirea continuă a proceselor în IMM-uri este de o importanță crucială pentru mai multe motive:

1. Creșterea eficienței: Prin identificarea și eliminarea activităților inutile sau redundante,

optimizarea fluxului de lucru și reducerea timpilor de așteptare, îmbunătățirea continuă a proceselor poate duce la creșterea eficienței operaționale. Acest lucru poate duce la economii de costuri, utilizarea mai eficientă a resurselor și îmbunătățirea calității produselor sau serviciilor furnizate.

2. Creșterea competitivității: Îmbunătățirea continuă a proceselor poate conferi IMM-urilor un avantaj competitiv pe piață. Prin adoptarea practicilor și tehnologiilor mai eficiente, IMM-urile pot oferi produse și servicii de calitate superioară, livrate mai rapid și la costuri mai mici decât concurenții lor. Aceasta le permite să se distingă și să câștige încrederea clienților, ceea ce poate duce la creșterea cotei de piață și a profitabilității.

3. Adaptabilitate la schimbare: Îmbunătățirea continuă a proceselor ajută IMM-urile să se adapteze mai bine la schimbările din mediul de afaceri. Prin evaluarea constantă a proceselor și identificarea oportunităților de îmbunătățire, organizațiile sunt mai receptive la schimbare și pot reacționa rapid la noile cerințe ale pieței sau la modificările legislației și reglementărilor.

4. Creșterea satisfacției clienților: Procesele îmbunătățite conduc la o mai bună satisfacție a clienților. Prin eliminarea erorilor și a întârzierilor, prin livrarea promptă și la timp a produselor sau serviciilor și prin asigurarea unei calități superioare, IMM-urile pot construi relații de lungă durată cu clienții și pot obține recomandări pozitive.

5. Inovare și creștere: Îmbunătățirea continuă a proceselor stimulează inovația și dezvoltarea organizațională. Prin promovarea unei culturi a îmbunătățirii continue, IMM-urile încurajează angajații să genereze idei noi, să încerce noi abordări și să contribuie la creșterea organizației. Acest lucru poate spori inovația și poate deschide noi oportunități de dezvoltare și expansiune.

În ansamblu, îmbunătățirea continuă a proceselor este esențială pentru succesul și durabilitatea IMM-urilor. Aceasta le permite să-și maximizeze eficiența, să-și crească competitivitatea și să răspundă eficient cerințelor pieței într-un mediu de afaceri dinamic și în continuă schimbare.

Obiectivele cercetării

Obiectivul principal care va fi atins în cadrul stagiului de cercetare doctorală este:

OP1 Optimizarea îmbunătățirii continue ca metodă fundamentală de asigurare a calității în procesele de producție în întreprinderile mici și mijlocii din România, prin studiul eficienței unor metode de îmbunătățire continuă precum și prin aplicabilitatea metodelor studiate în funcție de particularitățile întreprinderilor mici și mijlocii

Pentru atingerea obiectivului principal, este necesară atingerea următoarelor **obiective secundare**, corespunzătoare activităților realizate în prezentul stagiul de cercetare:

- OS1** Analiza stadiului actual pentru principalele particularități ale întreprinderilor mici și mijlocii din România.
- OS2** Analiza stadiului actual pentru principalele metode de îmbunătățire continuă aplicabile proceselor de fabricație conform standardelor ISO 9001 respectiv IATF 16949.
- OS3** Analiza experimentală a compatibilității unor metode de îmbunătățire continuă a proceselor de fabricație din cadrul întreprinderilor mici și mijlocii;
- OS4** Identificarea unor metode rapide și exacte de asigurare a îmbunătățirii continue a proceselor de fabricație din întreprinderile mici și mijlocii;
- OS5** Stabilirea unor indicatori esențiali ai stabilității proceselor, respectiv eficientizării și optimizării acestora din punct de vedere al îmbunătățirii continue;
- OS6** Determinarea influențelor valorificării resurselor umane și creșterea gradului de instruire

al acestora, respectiv al impactului cerințelor standardului IPC A 610;
OS7 Modelarea principalilor factori care influențează corelațiile între parametri de proces și asigurarea calității prin standardele impuse (ISO 9001/ IATF 16949:2016)

Structura lucrării

Lucrarea este structurată pe 5 capitole. Abordarea cercetărilor specifice acestei teze pornește cu prezentarea a trei întreprinderi care produc plăci electronice. Sunt identificate soluții pentru îmbunătățirea continuă a acestora și pentru inovarea liniilor de producție. În cadrul liniilor de producție sunt analizate metode de îmbunătățire continuă, dintre care Gauge R&R și Kaizen și, prin analiza acestora, sunt determinate rețete îmbunătățite, cum ar fi implementarea soluției Industry 4.0. Sunt identificate noi direcții de cercetare și de diversificare a producției.

Capitolul 1 prezintă stadiul actual al IMM-urilor din România. Se pornește de la definiția IMM-urilor, criteriile de clasificare, particularități ale managementului, provocări cu care se confruntă IMM-urile în zilele noastre.

Capitolul 2 prezintă în amănunt metodele și tehnicile de îmbunătățire continuă. Sunt prezentate două categorii de metode de îmbunătățire: metodele clasice și metodele moderne. Ambele categorii de metode utilizează o serie de instrumente care au fost prezentate amănunțit, în mod special metodele considerate ca fiind de ultimă generație.

În Capitolul 3 s-a prezentat în detaliu modul de implementare a metodei Gage R&R la trei întreprinderi din categoria IMM-urilor.

Capitolul 4 prezintă perspectivele de optimizare a proceselor de îmbunătățire continuă din cadrul IMM-urilor. În acest capitol au fost studiate principalele oportunități și provocări în procesul de optimizare a proceselor de îmbunătățire continuă.

Capitolul 5 este dedicat concluziilor generale și contribuțiilor personale teoretice, experimentale și aplicative, inclusiv prezentarea unor perspective de cercetare a proceselor de îmbunătățire continuă din cadrul IMM-urilor.

Studiile realizate prin aplicațiile desfășurate pe procesul de îmbunătățire continuă, deschid noi perspective privind îmbunătățirea continuă în cadrul IMM-urilor.

1 STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRII ÎN TEMATICA TEZEI PROPUSE

Având în vedere complexitatea temei, stadiul actual al cercetărilor poate fi considerat din mai multe puncte de vedere, astfel:

- din punct de vedere al principalelor tipuri de IMM-uri și a perspectivelor acestora
- din punct de vedere al principalelor metode și tehnici folosite în IMM-uri

Toate aceste puncte de vedere vor fi detaliate în continuare, pentru a realiza o imagine cât mai fidelă pentru stadiul actual al cercetărilor în domeniu.

Acest capitol încearcă să atingă un obiectiv secundar al tezei, și anume:

- Analiza stadiului actual al principalelor particularități ale întreprinderilor mici și mijlocii din România.

Capitolul respectiv include:

- Analiza critică a principalelor tipuri de IMM-uri românești
- Analiza SWOT precum și studii comparative.

1.1 Tendințe și date de referință în clasificarea și perspectivele IMM-urilor

Criteriile principale pentru încadrarea unei întreprinderi în una din cele trei categorii (micro, mică sau mijlocie) o reprezintă numărul de angajați și cifra de afaceri. Astfel, Comisia Europeană definește trei categorii de întreprinderi mici și mijlocii:

Microîntreprinderi: întreprinderi cu mai puțin de 10 angajați și o cifră de afaceri sau capital social care nu depășește 2 milioane de Eur;

Întreprinderi mici: întreprinderi cu un număr de angajați cuprins între 10 și 49 și o cifră de afaceri sau capital social de maxim 10 milioane de Eur;

Întreprinderi mijlocii: întreprinderi cu un număr de angajați cuprins între 50 și 249 și o cifră de afaceri sau capital social de maxim 50 milioane de Eur. (Smeureanu, 2004)

Un alt factor este acela că o întreprindere care nu este IMM nu poate deține mai mult de 25% din capitalul social (dreptul de vot) al unei întreprinderi considerată IMM; în caz contrar, acea întreprindere nu mai este considerată IMM. (Europeana, 2019)

Pentru încadrarea unei firme într-o ramură de activitate industrială sau non-industrială, se aplică principiul preponderenței volumului activității. (Chirescu, 2022)

În vederea clasificării bunurilor, a serviciilor și a activităților din care acestea provin, se iau în considerare trei caracteristici:

- natura bunurilor produse și a serviciilor prestate;
- modul de folosire a bunurilor și a serviciilor;
- materia primă utilizată, procesele tehnologice folosite, modul de organizare a activității.

Potrivit acestor caracteristici, procesele desfășurate în cadrul firmelor sunt:

- procese industriale;
- procese non-industriale.

Clasificarea în funcție de sectorul de activitate:

Industrie: IMM-uri din industria manufacturieră, prelucrătoare, construcții etc.

Comerț: IMM-uri care se ocupă cu vânzarea cu amănuntul, distribuția sau comerțul cu ridicata.

Servicii: IMM-uri care oferă servicii în diverse domenii, cum ar fi consultanță, IT, turism, sănătate, educație, comerț electronic etc.

Conform clasificării activităților din economia națională (CAEN), industria poate fi de mai multe tipuri: extractivă, prelucrătoare, a energiei electrice și termice.

Procesele industriale au ca rezultat producția industrială.

Producția industrială este rezultatul direct și util al activității industriale a agenților economici, fără a se lua în considerare rezultatele indirecte, cum sunt materialele re folosibile, resturile de materii prime, rebuturile. Fiind un rezultat al activității proprii a agenților economici, nu se includ bunurile achiziționate din afara unității și livrate ca atare, fără nici o prelucrare, și nici rezultatele din alte activități (agricole, de comerț, construcții etc.) desfășurate ca extra-profil. (Europeana, 2019)

Clasificarea în funcție de proprietatea capitalului, împarte IMM-urile în următoarele categorii:

IMM-uri private: deținute și controlate de persoane fizice sau grupuri de persoane fizice.

IMM-uri cu capital mixt: deținute de persoane fizice și persoane juridice.

IMM-uri publice: deținute de stat sau de entități publice.

Clasificarea în funcție de localizarea geografică, împarte IMM-urile în următoarele categorii:

IMM-uri locale: active într-o zonă geografică restrânsă sau într-o anumită comunitate.

IMM-uri regionale: active într-o regiune specifică a țării.

IMM-uri internaționale: active pe piețe internaționale și desfășoară operațiuni peste granițe.

1.2. Tendințe și date de referință în utilizarea metodelor și tehnicilor de îmbunătățire continuă în IMM-uri

Îmbunătățirea continuă reprezintă o abordare de management axată pe obținerea de îmbunătățiri majore, aplicând mici îmbunătățiri incrementale. Aceasta este utilizată de către întreprinderile mici și mijlocii din sectorul de producție, pentru a îmbunătăți performanța proceselor de producție. Acest capitol încearcă să evalueze performanța abordării îmbunătățirii continuă în IMM-urile din România. Au fost identificate, în acest sens, nivelul de importanță al diferitelor instrumente de îmbunătățire și beneficiile importante obținute după implementarea acestora. Rezultatele au indicat faptul că întreprinderile sunt foarte concentrate pe relația cu clienții, care joacă un rol vital în îmbunătățirea calității produselor.

Majoritatea companiilor se confruntă în prezent cu necesitatea de a răspunde nevoilor, dorințelor și gusturilor tot mai complexe ale clienților. Pentru a concura în acest mediu în continuă schimbare, aceste companii trebuie să caute noi metode care să le permită, pe de o parte să rămână competitive și flexibile, iar pe de altă parte, să răspundă rapid noilor cerințe ale clienților (Black, 1991). Mai mult, pentru a rămâne competitive, și pentru a-și păstra cota de piață în economia globală, a devenit necesară îmbunătățirea continuă a proceselor de producție (Shingeo, 1988). Concurența globală intensă și diminuarea barierelor comerciale au determinat companiile să opteze pentru maximizarea valorii totale. Concurența și standardele în continuă creștere ale clienților s-au dovedit a fi un motor nesfârșit al îmbunătățirii performanței organizaționale. Astfel, companiile caută în mod constant să identifice și să implementeze îmbunătățiri continue în produsele, serviciile și procesele pe care le realizează (Reid, 2006). Îmbunătățirea continuă constă într-o colecție de activități menite să realizeze îmbunătățirea performanței prin simplificarea proceselor de producție și reducerea pierderilor (Terziovski, 2002). Este un proces de inovare incrementală concentrată și susținută prin diferite tipuri de practici (Malik et al., 2007).

Majoritatea întreprinderilor mici și mijlocii (IMM-uri) din sectorul de producție se concentrează pe creșterea profitabilității, prin simplificarea sistemului, a potențialului organizațional și a îmbunătățirilor incrementale, prin utilizarea de tehnici care vizează îmbunătățirea continuă în ceea ce privește în performanța, costurile și calitatea.

Acest capitol încearcă să atingă două aspecte specifice, și anume:

- nivelul de importanță a diferitelor instrumente de îmbunătățire utilizate de IMM-urile din România și,
- beneficiile obținute după implementarea cu succes a instrumentelor și metodelor de îmbunătățire continuă.

Folosind analiza distribuției și corelației, acest capitol se concentrează pe IMM-uri care au implementat abordarea îmbunătățirii continue pe o perioadă între 1-5 ani.

Pentru a realiza acest studiu, am întocmit un chestionar cu un total de 41 de întrebări. Înainte de colectarea datelor, instrumentul de anchetă este pre-testat pentru validitatea conținutului. În prima etapă, doi cercetători cu experiență au verificat chestionarul pentru claritatea și caracterul adecvat al întrebărilor; pe baza feedback-ului primit de la acești cercetători, instrumentul a fost modificat pentru a spori claritatea și adecvarea elementelor. În a doua etapă, instrumentul de sondaj a fost trimis la doi manageri cu experiență din carul a două IMM-uri; aceștia au revizuit chestionarul pentru structura, lizibilitatea și caracterul complet. Instrumentul final de sondaj a inclus feedback-ul primit de la acești manageri, ceea ce a sporit claritatea acestuia. Chestionarul a constatat în 41 de întrebări diferite, pornind de la informații generale (numele IMM-ului, dimensiunea, domeniul de activitate, persoana respondentă desemnată), dacă aplică metode și tehnici de îmbunătățire continuă și de cât timp (ani). Răspunsurile la întrebările referitoare la îmbunătățirea continuă au constatat în aprecieri pe o scală a importanței (1 = deloc important, 2 = mai puțin important, 3 = nu atât de important, 4 = foarte important, 5 = cel mai important) și a beneficiilor (1 = deloc benefic, 2 = cel mai puțin benefic, 3 = benefic, 4 = foarte benefic, 5 = cel mai benefic).

1.2 Ancorarea cercetării în stadiul actual al cunoașterii

Instrumentele și tehnica joacă un rol semnificativ în îmbunătățirea performanței companiei și sunt foarte susținute. Rezultatul a indicat faptul că instrumentele și tehnica CI sunt utile în atingerea obiectivelor organizațiilor, creșterea productivității, îmbunătățirea calității, reducerea costurilor, îmbunătățirea siguranței și livrarea mai rapidă către client.

În lucrarea de față sunt analizate diverse tipuri de metode și tehnici care pot fi folosite de către IMM-uri pentru îmbunătățirea proceselor de producție. Abordarea bazată pe îmbunătățirea continuă este calea cea mai eficientă de a obține produse de cea mai bună calitate. În plus, analiza efectuată arată că lucrul continuu cu furnizorii este cel mai util în atingerea obiectivelor unei organizații. Adoptând metodele și tehnicile de îmbunătățire continuă, se obține o creștere a productivității. TQM, Kaizen și leadership-ul eficient vizează în mod deosebit îmbunătățirea calității produsului. TPM și implicarea echipei în activitățile de îmbunătățire sunt foarte utile în îmbunătățirea atât a productivității, cât și pentru reducerea costurilor de producție.

2. ANALIZA CRITICĂ A UNOR METODE DE ÎMBUNĂȚIRE CONTINUĂ APLICABILE ÎN IMM-URI

Acest capitol încearcă să atingă două obiective secundare și anume:

- Analiza stadiului actual al principalelor metode de îmbunătățire continuă aplicabile proceselor de fabricație conform standardelor ISO:9001 respectiv IATF:16949.
- Identificarea unor metode rapide și exacte de asigurare a îmbunătățirii continue a proceselor de fabricație din întreprinderile mici și mijlocii;

Structura acestui capitol este următoarea:

- prezentarea principalelor metode și tehnici utilizate în IMM-uri
- prezentarea celor trei societăți experimentale studiate
- prezentarea echipamentelor utilizate;
- prezentarea metodologiei utilizate.

1.3 Metode și tehnici de îmbunătățire continuă a proceselor de producție din IMM-urile din România

În procesul de îmbunătățire continuă se aplică o serie de metode și tehnici care asigură o anumită dinamică a progresului. Aceasta dinamică este indispensabilă pentru atingerea obiectivelor propuse. (Besterfield and Co., 2012).

Metodele și tehnicile de îmbunătățire continuă se grupează în două mari categorii:

- Metode clasice
- Metode moderne

2.1.1. Metode clasice

Dezvoltate de către statisticianul japonez Genichi Taguchi, aceste metode se concentrează pe îmbunătățirea calității produselor prin proiectarea robustă și minimizarea sensibilității la variabilitate. (Amalia, 2023)

Aceste metode pot fi adaptate și combinate în funcție de necesitățile specifice ale organizației. Implementarea unei abordări de îmbunătățire continuă poate aduce beneficii semnificative în ceea ce privește calitatea, eficiența și competitivitatea.

Această categorie de metode permit să se lucreze pe baza de fapte vizibile și măsurabile, plecând de la date numerice și într-o abordare curativă. De asemenea, ele permit într-o oarecare măsură analiza cauzelor. (Augsdorfer, 1995)

Întreprinderile care funcționează pe baza modelului tradițional de management, orientat către produs și profit, își asigură competitivitatea prin îmbunătățirea tehnologiilor, a utilajelor, a materialelor etc, în general prin măsuri tehnice, economice, organizatorice, rezultate din inovații. Caracteristicile acestui tip de îmbunătățire sunt:

- Antrenarea unui număr mic de persoane, bine pregătite profesional, inventive;
- Antrenarea în acest proces este permanentă doar pentru angajații din departamentele cercetare-dezvoltare, celelalte departamente producând rar inovații;
- Angajații din nivelele ierarhice inferioare au un grad redus de implicare;
- Inovațiile aplicabile care dau rezultate bune în proces și au influență asupra costurilor și a pieței se produc la intervale de timp relativ mari;
- Producerea invențiilor/inovațiilor necesită investiții importante;
- Aplicarea inovațiilor determină salturi importante de îmbunătățire. (Amalia, 2023)

Principalele metode clasice utilizate în IMM-uri sunt:

- Munca în echipă;
- Controlul statistic al proceselor (SPC);
- Diagrama Pareto;
- Diagrama cauza-efect (Ishikawa);

2.1.2. Metode moderne

În timpul celui de-al doilea război Mondial, industria de armament din SUA a fost cea care a utilizat pe scară largă metodele de control statistic ale lui Shewart, impunând tuturor furnizorilor să procedeze la fel. Industria de armament impune, de asemenea furnizorilor săi să-și instruiască personalul să aplice aceste metode. Puterea acestor metode era universal recunoscută, iar modul de utilizare clasat drept “secret bine păzit”. (Hent, 2017)

După război, industria de armament nu a mai arătat un interes considerabil pentru acest tip de metode, cu toate că în anii 50, un mare număr de companii americane continuau să utilizeze metodele statistice de control al calității. O dată cu dezvoltarea economică din anii 60 și 70, marea majoritate a companiilor a abandonat utilizarea tehnicilor statistice, preocuparea trecând de la cantitate spre calitate.

În Japonia, situația era total diferită, datorită faptului că industria era în totalitate distrusă. În timpul ocupării Japoniei, armata americană a trebuit să facă față unei mari dificultăți: falimentul serviciilor telefonice. Pentru remedierea acestei probleme, armata americană impune industriei japoneze de telecomunicații utilizarea metodelor moderne de control de calitate. Acesta reprezintă începutul controlului statistic în Japonia, respectiv în luna mai a anului 1946. Pentru a veni în sprijinul redresării industriei japoneze, Generalul Douglas Mac Arthur solicita Dr. W.E.Deming și statisticienilor americani să lucreze împreună cu J.U.S.E. (Japanese Union of Scientists and Engineers) și reprezentanților companiilor din industrie. Dr. Deming va promova utilizarea metodelor de control statistic pentru îmbunătățirea calității și productivității în fabricile japoneze. În anul 1950, Dr. Deming organizează un seminar pentru JUSE, ale cărui teme principale sunt:

1. Cum se utilizează ciclul Plan – Do – Check – Action (cunoscut sub termenul de “Roata lui Deming”) pentru îmbunătățirea calității
2. Importanța noțiunii de dispersie statistică
3. Gestiunea proceselor pe baza cărților de control.

Principalele metode moderne de îmbunătățire continua în cadrul IMM-urilor sunt:

- Metoda Lean Manufacturing
- Îmbunătățirea continua Kaizen.

Aceste metode moderne utilizează o serie de tehnici specifice, dintre care menționăm:

- Metoda 5S / 6S;
- Ciclul PDCA.

1.4 Prezentarea celor trei societăți experimentale studiate

Din motive de confidențialitate, aceste companii vor fi numite în continuare Societatea 1, Societatea 2 și, respectiv Societatea 3.

2.2.1. Prezentarea Societății 1

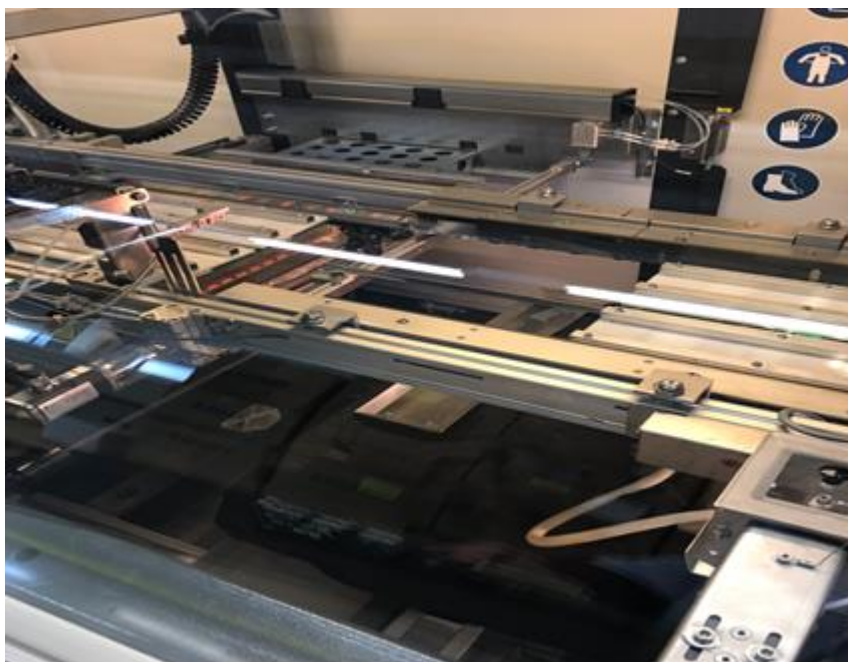
Această companie este o filială a unui grup internațional de origine elvețiană, specializat în furnizarea de servicii de fabricație electronică și soluții tehnice pentru industriile medicală, aeronautică, industrială și de apărare. Societatea 1 este o unitate de producție și asamblare de componente electronice și module. Prin intermediul acesteia, grupul oferă o gamă largă de servicii și soluții în domeniul electronicelor, inclusiv:

1. Asamblare electronică: servicii de asamblare electronică, inclusiv asamblare de plăci cu montaj în suprafață (SMT) și montaj prin găuri. Aceste servicii acoperă diverse tipuri de componente și module electronice.

2. Testare și control calitate: Compania efectuează teste și verificări riguroase pentru a asigura calitatea produselor. Aceasta include teste funcționale, teste de performanță, teste de fiabilitate și controlul calității pe tot parcursul procesului de fabricație.

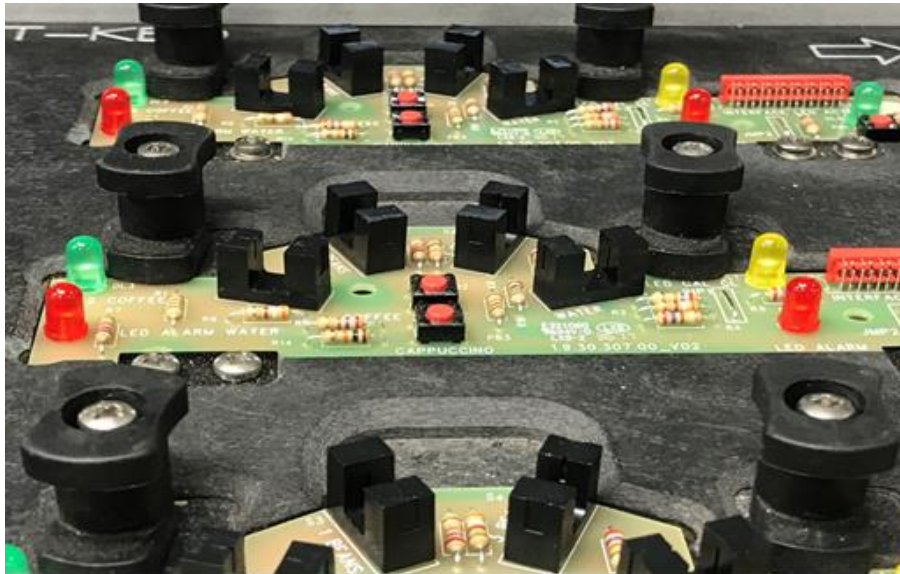
3. Servicii de inginerie: acestea se adresează dezvoltării și optimizării produselor electronice. Aceasta include consultanță tehnică, proiectare, prototipare și alte servicii personalizate pentru clienți.

4. Industrii cheie: deserveste o gamă largă de industrii, inclusiv industria medicală, industria aeronautică și de apărare, precum și alte sectoare industriale.



Figură 1: Imagine din procesul de producție al Societății 1. Arhiva personala

SMT este o metodă de construcție a circuitelor electronice în care componente precum rezistoare, condensatoare și cipuri integrate sunt montate direct pe suprafața plăcii de circuit imprimat (PCB), fără a fi introduse prin găuri. Este o tehnică eficientă și utilizată pe scară largă în producția electronicelor datorită avantajelor sale în ceea ce privește spațiul și costurile de producție. În imaginile de mai jos sunt prezentate câteva dintre plăcile electronice asamblate de societatea studiată.



Figură 2: Produs din gama de fabricație a Societății 1. Arhiva personala

Pentru a putea încadra societatea în categoria IMM-urilor, s-a apelat la informațiile furnizate de bilanțurile contabile ale ultimilor ani, din care s-au extras informații referitoare la: numărul de angajați, cifra de afaceri, valoarea activelor. Aceste date sunt sintetizate în tabelul de mai jos.

Tabel 1: Încadrarea Societății 1 în categoria IMM-urilor

ANUL	C.A (EUR)	NR. MEDIU ANGAJAȚI	ACTIVE (EUR)
2019	19.580.000	150	13.112.500
2020	29.180.000	195	14.412.140
2021	32.840.000	200	14.684.900
2022	41.360.000	248	6.043.577
2023	35.700.000	242	5.310.126

2.2.2. Prezentarea Societății 2

Societatea 2 activează în domeniul producției de plăci electronice, oferind produse pentru următoarele ramuri industriale:

- Produse industriale: echipamente electronice, echipamente electrice, vehicule agricole;
- Produse de larg consum: produse casnice, componente hote;
- De asemenea, firma oferă și servicii suplimentare:
- Sudură ultrasonică;
- Tampografie
- Asamblare – manuală, automatizată;
- Ambalare.

Suprafața de producție de 2500 mp, găzduiește 6 mașini ATF-33 cu sistem de lipire în val pentru volume mari, cu o lățime de 400 mm, cu val dublu ca standard, compatibil cu cositor fără plumb și spray cu flux.

Există câteva aspecte:

- caracteristica de autodetectare a spray flux-ului recunoaște automat poziția;
- lățimea și lungimea PCB-ului;
- flux-ul este eliberat doar în zona „Bottom” a PCB-ului.

În figura de mai jos prezentăm un produs din gama de fabricație a Societății 2.



Figură 3: Produs din gama de fabricație a Societății 2

Pentru a putea încadra societatea în categoria IMM-urilor, s-a apelat la informațiile furnizate de bilanțurile contabile ale ultimilor ani, din care s-au extras informații referitoare la: numărul de angajați, cifra de afaceri, valoarea activelor. Aceste date sunt sintetizate în tabelul de mai jos.

Tabel 2: Încadrarea Societății 2 în categoria IMM-urilor

ANUL	CIFRA DE AFACERI (EUR)	NR. ANGAJATI
2019	1.531.887	52
2020	4.852.452	65
2021	7.452.654	76
2022	9.586.393	98
2023	14.856.846	135

2.2.3. Prezentarea Societatii 3

Societatea 3 activează în domeniul producției de plăci electronice, având un proces de plăci electronice SMT și THT. Se mai adaugă ca anexe și fazele de finisaj, test electric(YCT), test funcțional, test de duranță.

- Produse industriale: Plăci electronice pentru aparate de cafea, televizoare, cuptoare cu microunde etc (conform standard de calitate ISO 9001).

În figura de mai jos este prezentat un produs din gama de fabricație a Societății 3.



Figură 4: Produs din gama de fabricație a Societății 3

Pentru a putea încadra societatea în categoria IMM-urilor, s-a apelat la informațiile furnizate de bilanțurile contabile ale ultimilor ani, din care s-au extras informații referitoare la: numărul de angajați, cifra de afaceri, valoarea activelor. Aceste date sunt sintetizate în tabelul de mai jos.

Tabel 3: Încadrarea Societății 3 în categoria IMM-urilor

ANUL	CIFRA DE AFACERI (EUR)	NR. ANGAJATI
2019	231.687	5
2020	476.799	8
2021	699.431	16
2022	1.062.393	40
2023	1.271.846	54

1.5 Prezentarea echipamentelor utilizate

În studiul îmbunătățirii continue în domeniul PCB, se utilizează o varietate de tehnologii și instrumente pentru a evalua și optimiza procesele de producție și performanța PCB-urilor. În cele ce urmează redăm echipamentele care au fost folosite în prezentul studiu:

1. **Sistemul de inspecție optică automată (AOI):** Acesta utilizează tehnologia de imagistică pentru a inspecta PCB-urile produse și a detecta eventuale defecte.

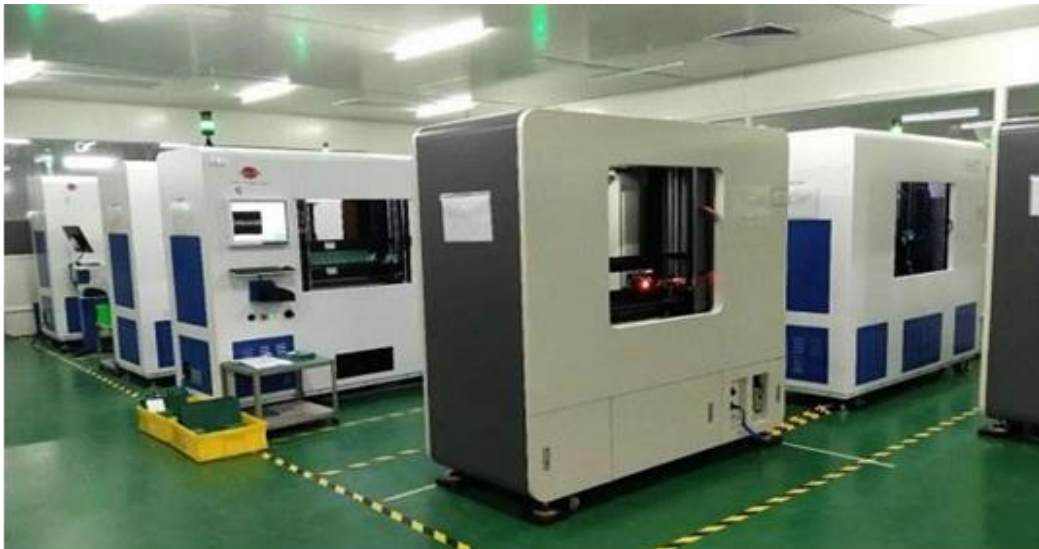
AOI-ul poate identifica erori de rutare, scurtcircuite, probleme de componentă și alte defecțiuni, contribuind la îmbunătățirea calității și reducerea defectelor.

Aparatele AOI anterioare foloseau diferite stiluri de iluminare, cum ar fi lumini fluorescente, incandescente, ultraviolete și infraroșii, dar cu progresele în tehnologia luminii, aparatele mai noi folosesc acum lumini LED în culori precum roșu, verde, alb și albastru.



Figură 5: Sistem de inspecție AOI. Arhiva personala

2. **Sistemul de testare automată (ATE)**, care este utilizat pentru a testa PCB-urile asamblate și a verifica funcționalitatea componentelor și circuitelor. Cu ajutorul acestuia se pot efectua teste de continuitate, teste de izolație, teste de performanță și alte teste specifice pentru a asigura conformitatea și calitatea PCB-urilor.



Figură 6: Sistem de testare automată a PCB. Arhiva personala

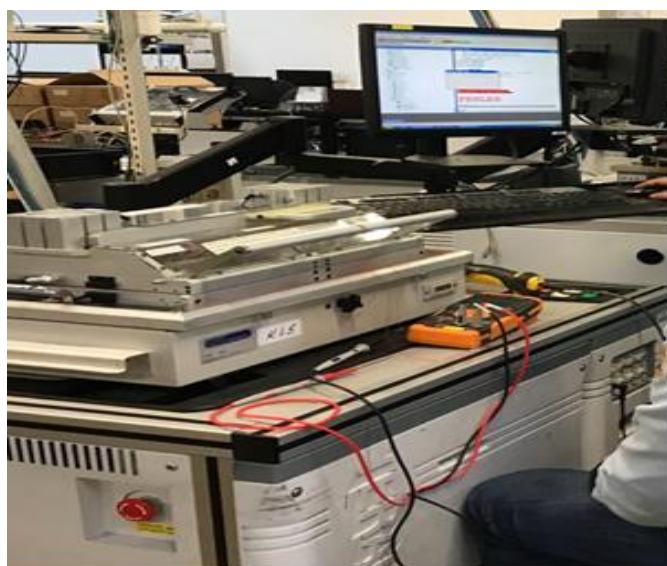
3. **Analiza statistică și software de gestionare a calității:** Utilizarea instrumentelor de analiză statistică și software de gestionare a calității permite colectarea și analiza datelor relevante pentru procesele de producție PCB. Aceasta include controlul statistic al procesului (SPC), analiza tendințelor și corelațiilor, gestionarea neconformităților și îmbunătățirea performanței prin analiza datelor.
4. **Instrumente de măsură a PCB-urilor.** În cazul de față, pentru studiul metodei Gage R&R, am utilizat un șubler digital așa cum se poate observa în imaginea de mai jos:



Figură 7: Șubler electronic pentru testarea dimensională a PCB-urilor . Arhiva personală

5. Mașina universală de testare a PCB 100 kN UTM-E100 INSIZE

Aceasta reprezintă un echipament specializat utilizat pentru a verifica și a diagnostica plăcile de circuit imprimat (PCB) și componentele electronice montate pe acestea. Ea este esențială în procesul de fabricație a dispozitivelor electronice pentru a asigura calitatea și fiabilitatea produselor finite.



Figură 8: Echipament tehnologic de testare a PCB

2.4. Metodologia experimentală

În analiza metodelor și tehnicilor de îmbunătățire continuă din cadrul celor trei IMM-uri studiate, am aplicat o metodologie experimentală care presupune parcurgerea următorilor pași:

Dintre aceștia în prezentul rezumat enumerăm 2 pași importanți:

1. Identificarea Obiectivelor de Îmbunătățire

Am stabilit obiective clare și măsurabile. Acestea au inclus reducerea defectelor, îmbunătățirea eficienței proceselor, optimizarea utilizării resurselor și reducerea timpului de producție.

2. Maparea Fluxului de Producție

Am realizat o hartă a fluxului de producție pentru a identifica și înțelege fluxul de lucru al PCB-urilor în fabrică. În continuare, am identificat etapele cheie și potențialele puncte critice.

3. Identificarea Problemei:

Am observat că cele trei societăți se confruntau cu probleme de defecțiuni ale plăcilor electronice, care se datorau calibrării necorespunzătoare a echipamentelor folosite în producție, ceea ce ne-a condus spre alegerea metodei de îmbunătățire Gage R&R.

4. Aplicarea Metodelor de Îmbunătățire Continuă:

Așa cum am precizat anterior, pentru rezolvarea problemelor legate de defecte, am implementat metoda de îmbunătățire Gage R&R.

De asemenea, în cadrul Societății 1, fiind cea mai mare ca dimensiune, am implementat și metoda de îmbunătățire KAIZEN, prin care am promovat un spirit de echipă și un angajament pentru rezultate orientate spre performanță. Angajații s-au implicat în proiectul nostru. Am ținut cont de feedback-ul lor, am încurajat ideile inovatoare și ne-am asigurat că toți sunt conștienți de obiectivele și beneficiile procesului de îmbunătățire.

5. Monitorizarea și Colectarea Datelor

Am utilizat sisteme de monitorizare pentru a colecta date în timp real, atât în timpul, cât și după implementarea îmbunătățirilor. Acest lucru a implicat utilizarea senzorilor, a software-ului de monitorizare a producției și a sistemelor ERP (Enterprise Resource Planning).

6. Analiza Datelor

Datele colectate le-am utilizat pentru a evalua impactul îmbunătățirilor. Am analizat trendurile, am identificat fluctuațiile și am comparat rezultate obținute.

7. Implementarea Măsurilor Corective

În cazul în care am observat probleme, am implementat măsuri corective; ne-am asigurat că acestea sunt sustenabile și că aduc îmbunătățiri semnificative.

8. Măsurarea Performanței Continue

Pentru evaluarea performanței, am apelat la indicatorii-cheie de performanță (KPI). Optimizarea sistemelor de îmbunătățire continuă se realizează cu ajutorul indicatorilor de performanță. Indicatorii de performanță - numiți în cele ce urmează KPI – reprezintă acea categorie de indicatori financiari și non financiari pe care societățile îi utilizează pentru a estima și consolida succesul, urmărind obiective de lungă durată, stabilite anterior. Selecția adecvată a indicatorilor care vor fi utilizați pentru măsurare este de cea mai mare importanță. Organizarea proceselor presupune, de asemenea, orientarea către client și flexibilitatea necesară în condițiile actuale de concurență globală (Velimirovic, 2010).

3. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND METODELE DE ÎMBUNĂTĂȚIRE CONTINUA DIN IMM-URI

Obiectivele acestui capitol sunt:

- Aplicarea verificării repetabilității și reproductibilității (R&R) ca metodă esențială în procesele industriale ale întreprinderilor mici și mijlocii.

Vor fi trecute în revistă generalități privind organizarea cercetărilor experimentale și planificarea științifică a experimentelor factoriale, tehnici de prelucrare a datelor experimentale, elemente de cercetări operaționale, softurile utilizate în teză pentru obținerea unor rezultate specifice.

3.1. Implementarea metodei Gage R&R

3.1.1. Definirea și justificarea cercetărilor

Analiza sistemului de măsurare (Gage R&R), este o metodă statistică, utilizată pentru testarea sistemului de măsurare. În urma consultării literaturii de specialitate, s-a discutat un proiect de aplicație în industrie. S-a efectuat, de asemenea, evaluarea statistică a rezultatelor proiectului. Calitatea este un fenomen indispensabil pentru producători și un mod de viață pentru consumatori. Cu această caracteristică, satisfacția clienților este prioritatea numărul unu pentru organizații. Succesul unei organizații este asociat cu furnizarea de produse și servicii de cea mai înaltă calitate, în cel mai scurt timp, cu cel mai mic cost. Când acest lucru este atins, se obține satisfacția clienților.

Satisfacția clienților presupune și profitabilitate pentru companii. Prin urmare, companiile își propun să mențină satisfacția clienților. Dacă acest lucru se realizează, companiile pot supraviețui în mediul competitiv acerb de astăzi. Pentru aceasta, ele încearcă în mod constant să-și controleze și să-și îmbunătățească procesele.

În acest sens, se utilizează o varietate de metode statistice și non-statistice care identifică și elimină sursele de variabilitate în procesele lor. Pentru a determina zonele de îmbunătățire corect, precum și pentru a satisface cerințele clienților, măsurarea precisă a variației procesului este una dintre cele mai importante probleme în cadrul unui proces de fabricație. Variabilitatea totală într-un sistem se datorează variabilității procesului în sine și a variabilității sistemului de măsurare, după cum se poate observa în ecuația de mai jos: (Castañeda O, 2021)

Un studiu Gauge R&R ar trebui să permită estimarea variabilității repetabilității (σ repetabilitate) și a reproductibilității (σ reproductibilitate), astfel încât o abordare a proiectării factoriale să poate fi utilizată pentru a estima variația componentelor. Măsurarea operatorului i din partea j din replicarea k este nota X_{ijk} , iar în cadrul abordării de proiectare factorială, fiecare măsurătoare este reprezentată conform modelului de mai jos.

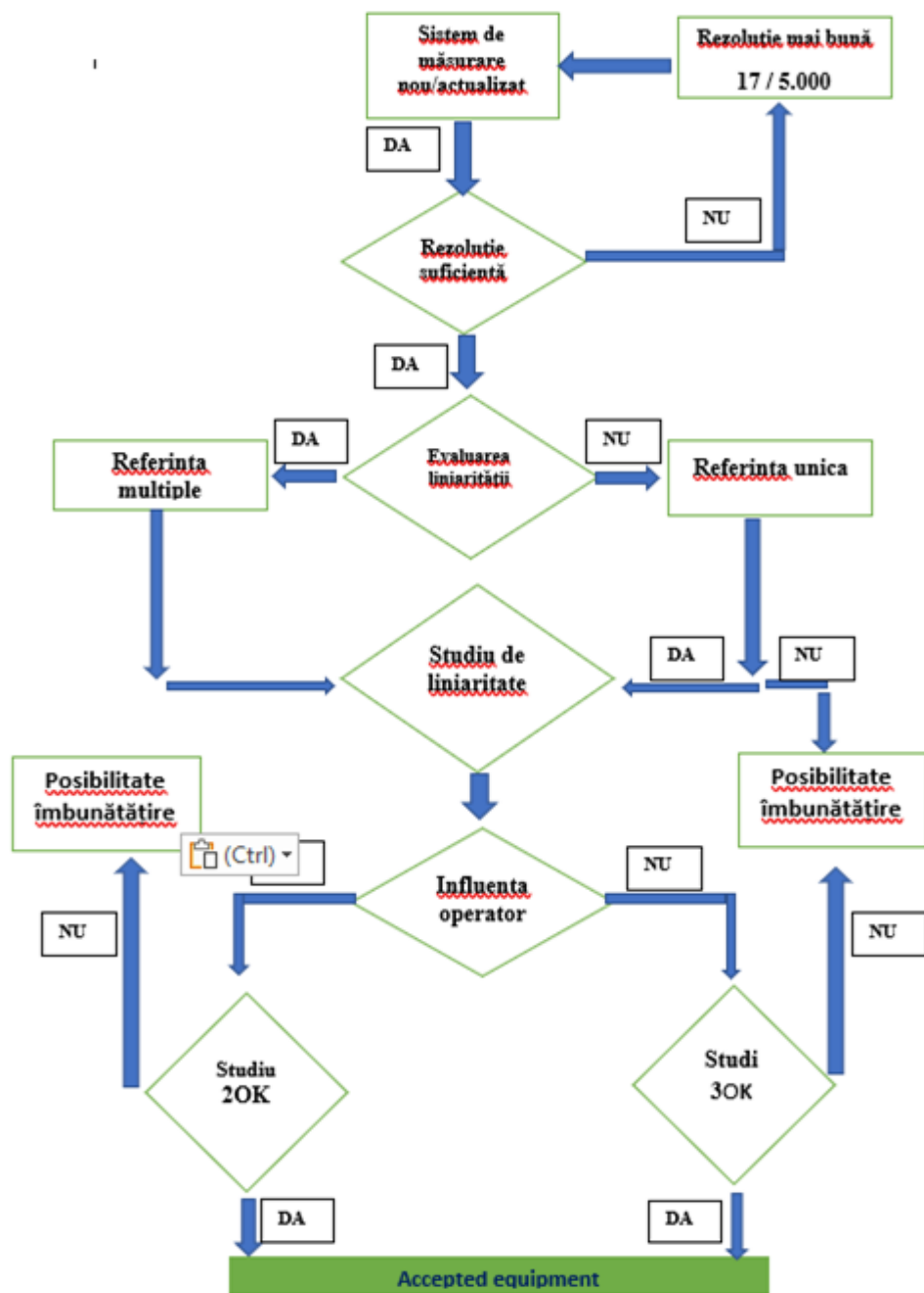
Repetabilitatea este variația măsurării unei piese efectuate de un operator cu același dispozitiv de măsurare și în aceleași condiții de lucru. Reproductibilitatea este variația mediei măsurătorilor efectuate de diferiți operatori pe aceeași piesă cu același dispozitiv de măsurare.

3.1.2. Metodologia de studiu

Planificarea și analiza sistemului de măsurare s-a realizat în șase etape, la toate cele trei societăți:

- Determinarea piesei de măsurat
- Determinarea părților eșantionului, a numărului de repetări și a numărului de evaluatori
- Selectarea contoarelor (dintre cei care folosesc dispozitivul de măsurare)
- Selectarea părților eșantionului de măsurat (în funcție de designul studiului Gage R&R)
- Determinarea sensibilității și variabilității așteptate a aparatului de măsurare
- Verificarea conformității metodei de măsurare cu procedura definită.

(Gerger, 2021)



Figură 9: Schema logica a analizei aplicate

3.1.3. Rezultate obținute

Bazându-ne pe criteriile stabilite pentru Gage R&R, putem trage anumite concluzii în funcție de rezultatele testului:

Gage R&R $\leq 10\%$: Sistemul de măsură este acceptabil;

În acest caz, putem concluziona că sistemul de măsurare are o bună repetabilitate și reproducibilitate, iar variabilitatea sa este într-un interval acceptabil. Măsurătorile efectuate cu acest sistem sunt fiabile și pot fi considerate adecvate pentru evaluarea proceselor.

Este posibil să fie necesare ajustări sau optimizări pentru a asigura consistența și fiabilitatea măsurătorilor în diverse condiții de utilizare.

O valoare a Gage R&R mai mare de 30% indică o variabilitate semnificativă în sistemul de măsurare. Acest lucru sugerează că măsurătorile pot fi nesigure sau inconsistente. Este esențial să se identifice și să se abordeze problemele în sistemul de măsurare pentru a îmbunătăți fiabilitatea și precizia acestuia. Un parametru important în noțiunile de statistică este „numărul de categorii distincte” care ne spune date

importante despre criteriul de selecție a probelor de testat în studiu. Un număr mai mare de 5 ne spune că au fost aleși în consecință. În cazul nostru, acest număr este 9, așa că a fost făcută o selecție foarte bună a acestor piese.

De menționat este faptul că metoda care a analizat aceste rezultate a fost: VDA-QMC (20/03/16) TYPE2 ANOVA (toleranță).

3.2. Cercetare aplicativa privind metoda de îmbunătățire Kaizen

3.2.1. Metodologia de implementare

Procesul de aplicare a metodei kaizen constă în principal din pașii următori:

- definirea zonei de îmbunătățire,
- analiza și selectarea problemei cheie,
- identificarea cauzei îmbunătățirii,
- planificarea măsurilor de remediere,
- implementarea proiectului de îmbunătățire,
- măsurarea, analizarea și compararea rezultatelor,
- Standardizare
- Colectarea datelor existente, inclusiv calcularea timpului liniei de producție.
- Echilibrarea liniei de producție prin reducerea activităților fără valoare adăugată
- Identificarea primelor 5 defecte ale liniei de producție prin analiza cauzei principale și luarea de măsuri corective pentru a reduce aceste top 5 defecte.
- Auditarea 5S ale layout-ului existent, luând măsuri corective. Auditarea 5S după implementarea Kaizen.
- Calcularea îmbunătățirii eficienței liniei și a reducerii defectelor după implementarea acțiunilor corective continue cunoscute sub numele de Kaizen prin 5 zile de observație

3.2.1.1. Procedura de standardizare

Implementarea operațiunii de standardizare este necesară deoarece face posibilă identificarea și eliminarea variațiilor în munca operatorului, precum și pentru a menține rezultatele pozitive din trecut.

Următoarele acțiuni sunt necesare pentru a oferi o bază de referință pentru viitoarele activități Kaizen și pentru a crea o operațiune standard:

1. Efectuarea analizei unei bucle de timp
2. Verificarea documentelor pentru fiecare operațiune standard
3. Afișarea documentului
4. Instruirea tuturor operatorilor

Obiectivul standardizării este de a pregăti fișa de operare standard pentru toate operațiunile și mașinile. Pentru a standardiza procedura de operare, trebuie să se tina seama de metoda de lucru existentă. Apoi se analizează procesele încet și se elimină mișcarea inutilă, pentru a standardiza metoda proceselor. O metodă standard de proces a fost analizată de către supervisorul de linie. Apoi, au fost documentate modalitățile sau metodele de prelucrare. Dacă operatorii respectă aceste metode în mod corespunzător, timpul fără valoare adăugată va fi redus.

3.2.1.2. Echilibrarea buclei timp

După implementarea procedurii standard, activitatea fără valoare adăugată este redusă.

. Înainte de a analiza starea actuală, a fost calculat timpul necesar al liniei 13. Timpul necesar este timpul în care producția este realizată conform cererii clientului.

$$\text{Timp necesar} = \frac{\text{timp net de operare}}{\text{cerere client}}$$

Astfel, pentru o cerere de 6000 buc plăci electronice, de efectuat într-o perioadă de 20 zile, timpul necesar este de: $\text{Timp necesar} = \frac{20 \times 8 \times 60}{6000} = 1.6$ minute

Ținând cont de aceasta valoare, s-au comparat timpii de lucru înainte și după implementarea standardizării. Rezultatele sunt redată în tabelul de mai jos:

Tabel 4: Echilibrarea buclei timp

Nr crt	Operator	Mașina	Timp necesar	Timp înainte	Timp după	Ațiuni Kaizen
1	Operator1	2NDL	1.6	1.75	1.70	Rearanjarea echipamentului
2	Operator2	SM	1.6	1.80	1.77	Reducerea mișcărilor inutile
3	Operator3	SM	1.6	1.58	1.59	Reducerea mișcărilor inutile
4	Operator4	SM	1.6	1.66	1.64	Rearanjarea materialului păstrat
5	Operator5	SM	1.6	1.77	1.70	Rearanjarea materialului păstrat
6	Operator6	2NDL	1.6	1.52	1.51	Curățenie periodică
7	Operator7	SM	1.6	1.95	1.94	Alocarea unui coleg
8	Operator8	SM	1.6	1.93	1.85	Reducerea mișcărilor inutile
9	Operator9	SM	1.6	2.05	1.95	Rearanjarea echipamentului
10	Operator10	SM	1.6	1.88	1.84	Curățenie periodică
11	Operator11	SM	1.6	1.54	1.44	Reducerea mișcărilor inutile
12	Operator12	SM	1.6	1.58	0.51	Curățenie periodică
13	Operator13	SM	1.6	1.60	0.55	Reducerea mișcărilor inutile
14	Operator14	2NDL	1.6	1.60	0.60	Rearanjarea echipamentului
15	Operator15	SM	1.6	1.65	0.50	Rearanjarea materialului păstrat

3.2.1.3. Implementarea 5S

Pentru a îmbunătăți mediul de lucru, precum și punctajul obținut, au fost luate unele măsuri corective, enumerate mai jos:

1. Îndepărtarea elementele inutile
2. Revizuirea stocării materialelor
3. Cărucioarele să nu fie blocate
4. Acces facil la cutia de prim ajutor
5. Curățarea podelei
6. Curățarea mașinii
7. Audit 5S

După implementarea 5S, s-a făcut o evaluare, ale cărei rezultate sunt prezentate în cele ce urmează:

Tabel 5: Evaluare 5S înainte și după implementarea Kaizen

Nr. crt	Factor	Descriere	Punctaj (0-5)	Nivel defectuos care necesită îmbunătățire
---------	--------	-----------	---------------	--

1	Materiale inutile	Articolele inutile nu mai sunt la locul de muncă. Nu există articole deasupra mașinilor, dulapurilor sau a echipamentelor	4	1. Sunt prezente articole de refăcut
2	Siguranța	Zonele de lucru nu prezintă pericole de siguranță. Echipamentele de stingere a incendiilor și alte echipamente de urgență/prim ajutor sunt depozitate corect într-o zonă cu coduri de culoare corecte.	4	1. Nu există o locație specifică pentru echipamentul de prim ajutor
3	Depozitarea materialului	Cutiile și containerele sunt depozitate și etichetate corect pe rafturile dulapului	3	1. Plăcile cu defecte sunt depozitate pe o tavă 2. Sunt prezente materiale inutile
4	Curățenia	Mașinile și echipamentele sunt curate, geamurile și suprafața de lucru sunt curate. Pardoselile se curăță cel puțin o dată pe zi	4	1. Materialele inutile sunt prezente, dar cantitatea lor s-a redus
5	Mentenanța echipamentului	Toate mașinile și echipamentele sunt vopsite îngrijit. Apărătoarele și semnele de siguranță sunt instalate corect. Fără scurgeri de lichid și cabluri electrice uzate.	4	1. Echipamentele sunt depozitate departe de zona de lucru
6	Control	Audituri săptămânale finalizate, rezultate grafice care susțin îmbunătățirile	4	1. De îndeplinit 3S: Sortare, strălucire, standardizare
Total				
Punctaj 5S				

3.2.1.4. Reducerea risipei

Obiectivul principal al Kaizen este reducerea risipei. Astfel, reducând defectele, se reduce și risipa, îmbunătățindu-se calitatea și eficiența plăcilor electronice. (Misiurek, Taylor & Francis Group)

Acestea pot prezenta diferite tipuri de defecte, dintre care cele mai întâlnite sunt:

1. Defecte de lipire (Soldering Defects)
2. Serigrafie necorespunzătoare
3. Greșeli în identificarea componentelor
4. Straturi de cupru delaminante
5. Puncte goale într-un strat de cupru
6. Probleme de Aliniere și Spacing
7. Probleme cu Găurile de montaj
8. Placa zgâriată

3.2.2. Rezultate și concluzii

Kaizen presupune faptul că schimbările puternice, mici, incrementale sunt aplicate în mod obișnuit și sunt susținute pe o perioadă lungă, având ca rezultat îmbunătățiri semnificative. Rezultatele comparative înainte și după implementarea Kaizen sunt redată în tabelul de mai jos:

Tabel 6: Rezultate obținute

Nr crt	Obiective	Înainte de implementarea Kaizen	După implementarea Kaizen	Rezultate
1	Eficiența liniei (%)	54	61	Creștere de 7%
2	Scorul 5S	2.64	3.84	Creștere de 1.16 unități
3	Standardizare	-	Valoare adăugată la anumite operațiuni	Proces standardizat

Obiectivul Kaizen este de a crește productivitatea generală, eficiența, calitatea. Rezultatul implementării timp de cinci zile a fost foarte fructuos. După implementare, eficiența s-a îmbunătățit de la 54% la 61%. 5S s-a îmbunătățit de la 2.67 la 3.83. Se poate realiza cu ușurință că, implementarea de 5 zile a Kaizen a condus la o îmbunătățire cu 7% a eficienței liniei.

4 CERCETARI APLICATIVE PRIVIND OPTIMIZAREA SISTEMELOR DE ÎMBUNĂTĂȚIRE CONTINUA

Obiectivul acestui capitol este:

- Implementarea Industry 4.0 în cadrul Societății 1

4.1. Metodologia de implementare

Acest capitol studiază posibilitatea de optimizare a metodelor de îmbunătățire continuă în cadrul unui IMM (Societatea 1, descrisă în capitolele anterioare), prin abordare metodică a conceptului Industry 4.0. Acest concept trebuie implementat în etape, prezentate în cele ce urmează:

- **Etapa 1**– Utilizarea tehnologiei pentru a aduna datele Lean într-o singură locație centrală, utilizând foi de calcul și canale de comunicare într-o singură sursă. Aceasta va fi efectuată inițial ca o probă în Departamentul Montaj. După această etapă, vom înțelege dacă noua soluție digitală, procesul de comunicare și recunoaștere funcționează și îmbunătățește aderarea la practicile Lean.
- **Etapa 2**– Implementarea teoriei și a strategiei utilizate în etapa 1 în celelalte două departamente de asamblare.
- **Etapa 3**– Implementarea teoriei din departamentele de asamblare în cele două hale de producție, oferind o acoperire completă pe întreaga companie.
- **Etapa 4**– Adunarea tuturor datelor Lean din departamentele de asamblare și producție într-o singură locație centrală, acest lucru permițând înțelegerea și digitalizarea implicării și utilizării instrumentelor și sistemelor de producție Lean în întreaga companie.
- **Etapa 5**– Implementarea unei soluții digitale care permite capturarea datelor fără a fi nevoie de listare pe hârtie, în toate zonele din companie. respectiv Conectarea directă la soluția digitală.

4.1.1. Noul proces Lean Management

1. Zilnic, liderii de echipă din liniile de producție introduc informațiile într-o foaie de calcul încorporată pe site-ul SharePoint®. Aceste date sunt apoi verificate în fiecare zi de către un membru al echipei de îmbunătățire. Se utilizează o comunicare bidirecțională regulată prin intermediul site-ului SharePoint® care asigură implementarea eficientă a proiectului.
2. În fiecare luni, datele de aderență Lean pentru SWC/ 5S/ Confirmare proces/ Acțiuni SWC și Acțiuni CCAR vor fi colectate din fiecare zonă și introduse într-o altă foaie

de calcul încorporată de către un membru al echipei IPS. Rezultatele aderării Lean au fost, așadar transparente și vizibile pentru toți liderii de echipă, liderii de proces, liderul senior de proces, managerul de asamblare, managerul senior de asamblare, alte echipe IPS din EMC și managerul de calitate.

3. Rezultatele aderării Lean vor fi apoi partajate cu site-ul SharePoint®, încorporate într-un e-mail pentru a facilita accesul. Acest e-mail va fi apoi partajat nu numai echipei de operațiuni din sala de ședința, ci și altor echipe de operațiuni, echipelor de calitate și managerilor din celelalte departamente.

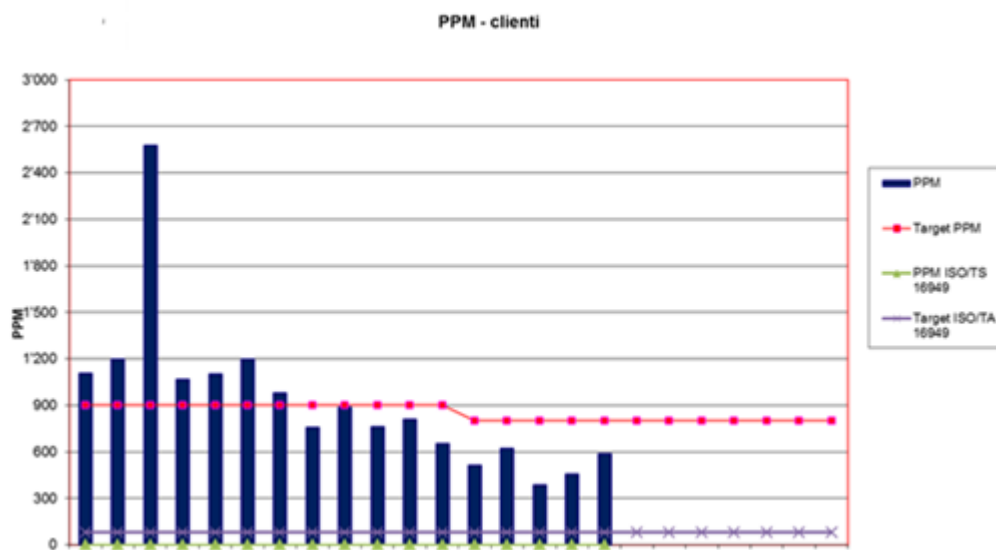
4. Zona cu cea mai bună aderență Lean va fi recunoscută drept Zona săptămânii și adăugată la un tabel de ligă, care se afla și pe site-ul SharePoint®.

5. O dată pe lună, zona cu cea mai bună aderență Lean pentru lună, adică Zona lunii, va primi un certificat din partea Senior Managerul Adunării, Managerul de Asamblare, Liderii de Proces și Managerul de Calitate în semn de recunoaștere pentru obținerea celei mai bune aderențe Lean pentru luna.

6. Un e-mail lunar va fi apoi comunicat, arătând aderarea Lean lună la lună și comunicare tuturor despre câștigătorii Zonei lunii.

4.2. Rezultate obținute

În ceea ce privește sistemul de management al calității, cel mai important indicator este PPM clienți care reprezintă raportul dintre totalul de plăci returnate de la client în garanție raportat la numărul total de plăci livrate și multiplicat cu un milion. Practic în acest indicator se reflectă calitatea produselor livrate clientului și influențează în mod direct și cu pondere mare nivelul de satisfacție al clientului, fiind un criteriu de evaluare al nivelului de calitate oferit.



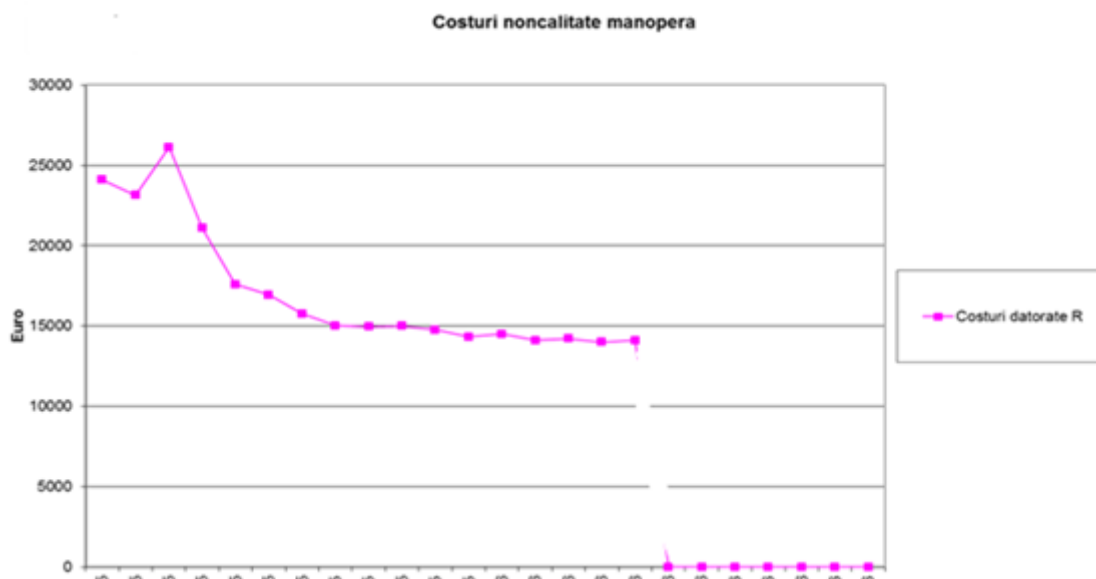
Figură 10: Grafic PPM Clienti

Din grafic se observă că au existat dificultăți în atingerea obiectivului de 900 PPM. În fabrică exista o varietate foarte mare de produse cu multe tehnologii și procese. De multe ori este dificil de definit o modificare în sistem care să aducă îmbunătățiri eficiente (ușor de implementat și cu un cost redus de investiție și/sau întreținere) general valabile pentru toate procesele sau produsele. Sistemul de înregistrări dezvoltat a permis furnizarea rapidă a datelor care au permis evaluarea obiectivă a eficienței acțiunilor corective și preventive luate în urma unei reclamații primite de la client, astfel au fost luate măsuri adiționale de îmbunătățire ori s-au luate alte măsuri de îmbunătățire în urma cărora din înregistrări s-a observat că intern, în urma controalelor, frecvența de apariție a produsului cu acel tip de defect a scăzut semnificativ ori s-a eliminat definitiv (de

exemplu în urma acțiunilor luate, timp de o lună nu s-au mai înregistrat acest tip de defecte iar la controlul final de calitate au fost 5 loturi consecutive în care nu s-a identificat defectul urmărit la produsul în cauză).

Primul semn de îmbunătățire al indicatorului se observă în prima parte a cercetărilor când s-a atins obiectivul de a avea PPM mai mic de 900, după care nivelul de PPM s-a menținut sub acest prag. Un alt indicator important îl reprezintă costurile de non-calitate care se datorează neconformităților apărute și care au generat costuri de sortare și remediere sau chiar rebutări.

Datorită sistemului folosit pentru validarea ordinului de producție unde pentru identitatea unui produs care urmează a fi început pe linie se pot vizualiza înregistrările cu defectele și greșelile găsite atât în urma controlului final de calitate cât și în urma controlului intermediar de calitate, în plus avertizările de quality alert care permit urmărirea unei posibile neconformități greu de detectat chiar la sursa problemei permite luarea măsurilor imediate pentru remedierea problemei sau pentru prevenirea apariției de neconformități, ceea ce înseamnă mai puține plăci de reparat și deci implicit și costuri de reparații mai mici.

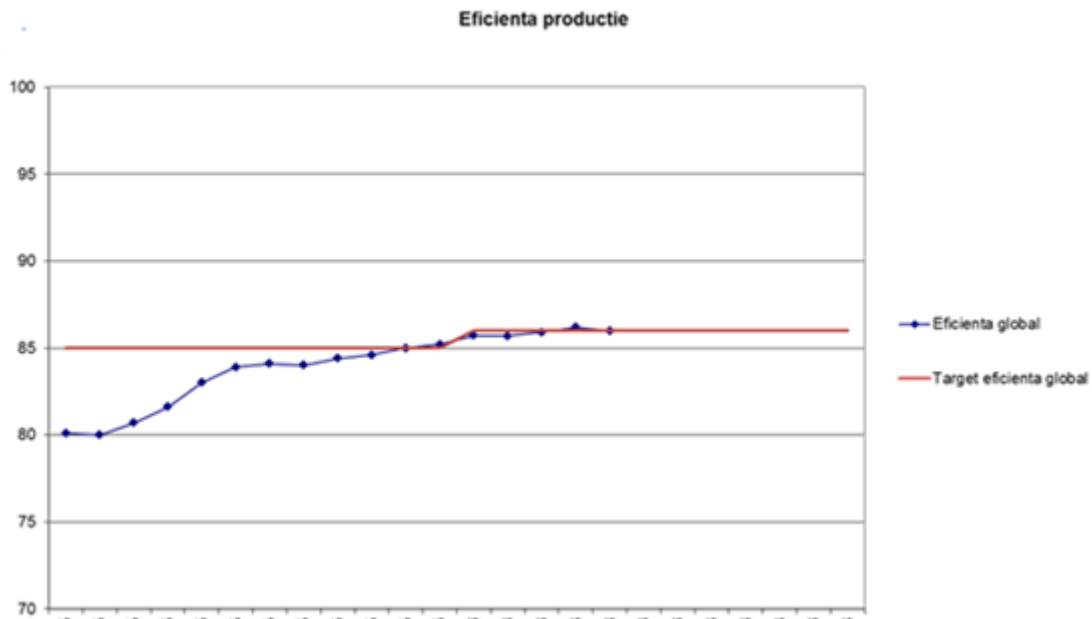


Figură 11: Impactul asupra costurilor de calitate

Din grafic rezultă clar o tendință descrescătoare logaritmică și imediată după implementarea sistemului, respectiv o reducere a costurilor de non-calitate datorate reparațiilor de la o medie de 20.000 EUR la 15.000EUR, ceea ce înseamnă un câștig de 5.000 EUR lunar.

Inițial s-a estimat că acest sistem de monitorizare va aduce un câștig de aproximativ 1.500-2.000 EUR lunar prin reducerea costurilor de non-calitate datorate reparațiilor.

De asemenea au fost reduse costurilor datorită timpului pierdut pentru sortările plăcilor care au ajuns într-o fază de control statistic după ce au fost produse și s-a identificat un defect. Re-controlarea loturilor implică resurse alocate pentru ceva neproductiv ceea ce generează costuri de non-calitate prin alocarea resurselor de personal neplătite de client și din fonduri proprii, inactivitatea mașinilor și așteptărilor până se sortează produsele și se remediază defectul. Timpul pierdut cu sortările se reflectă în eficiența globală a producției, care scade odată cu creșterea timpului pentru sortare.



Figură 12: Eficienta producției

Rezultatele au arătat faptul că implementarea metodologiei Industry 4.0, prin îmbunătățirea comunicării și implementarea unui proces de recunoaștere a avut un impact pozitiv asupra aderenței Lean.

Graficul ne arată nivelul mediu de FPY la controlul final de calitate începând cu primul trimestru, fiind foarte apropiat de nivelul obiectivului setat. Mai puține loturi neconforme la controlul final de calitate înseamnă sortări mai puține, risc mai mic de a trimite produse neconforme clientului.

Au existat, de asemenea, îmbunătățiri în procesul de confirmare și a metodei Kaizen. Când se compară procesul inițial cu noul proces, numărul Kaizen-urilor strânși a crescut cu 108%, iar numărul Kaizen-urilor închise a crescut cu 182%. Totuși, această creștere inițială nu a fost menținută, dar a existat încă o îmbunătățire față de procesul inițial față de procesul încorporat de 32,5% a numărului de Kaizens ridicate și 76,4% creștere a numărului de Kaizens închise.

Comunicarea a fost îmbunătățită prin utilizarea site-ului SharePoint, comunicarea datelor, utilizarea angajamentului pozitiv. De asemenea, a fost îmbunătățită prin includerea liderilor de echipă în canalele de comunicare săptămânal și lunar. Anterior nu exista un proces de recunoaștere, una dintre marile îmbunătățiri aduse a fost recunoașterea zonelor cu cea mai bună aderență Lean săptămânal și lunar. Acest lucru creează un mediu competitiv și crește interesul pentru utilizarea sistemelor și instrumentelor. Una dintre cheile majore ale succesului acestui proiect este utilizarea încrucișată a Industry 4.0, comunicare și recunoaștere îmbunătățite. Folosite individual, nu ar fi avut același impact. Prin urmare, este importantă utilizarea încrucișată a sistemelor. Provocarea viitoare este de a susține îmbunătățirile.

Procesul de producție s-a îmbunătățit, dar următoarea etapă va avea în vedere calitatea acțiunilor în curs. Sunt crescute corect și sunt închise în timp util. Acest lucru ar putea însemna că trebuie adăugate noi valori la comunicarea săptămânală și incluse ca măsurătoare pentru a atinge Zona săptămânii. Alte lucruri de luat în considerare sunt utilizarea sistemelor și echipamentelor din celelalte linii de asamblare și în liniile de prelucrare din fabrică.

Fiecare linie are o echipă de operațiuni diferită și se află în stadii diferite de maturitate în ceea ce privește produsul. În special în prelucrare, structura organizatorică este diferită, iar mașinile și mediul sunt diferite, astfel încât procesul va trebui modificat pentru a se adapta fiecărui departament.

5 CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE ALE CERCETĂRII

a. Concluzii generale

Pornind de la nevoia de implementarea a metodelor și tehnicilor de îmbunătățire continua în cadrul IMM-urilor, exprimată de trei societăți care activează în domeniu, cercetarea de față a oferit o serie de răspunsuri legate de implementarea metodei Gage R&R și a metodei Kaizen în cadrul IMM-urilor

Contribuțiile aduse la cunoaștere de către teză vor fi prezentate în cele ce urmează.

b. Contribuții teoretice

Principalele contribuții teoretice sunt:

- analiza critică a principalelor tipuri de IMM, în concordanță cu metodele și tehnicile pentru îmbunătățirea continuă a proceselor de producție ale acestora;
- studiu documentar asupra stadiului actual al cercetărilor întreprinse în domeniul IMM-urilor din România;
- analiza critică a principalelor metode și tehnici de îmbunătățire a proceselor de producție, cu accent pe industria electronică, îndeosebi producția de PCB-uri;
- analiza comparativă a unor metode reprezentative ale îmbunătățirii continue; elaborarea unui model original pentru implementarea Metodei Kaizen într-un IMM din Arad
- elaborarea unui model de implementare a metodei Gage R&R într-un IMM;
- elaborarea unui model original de implementare a modelului Industry 4.0 într-un IMM.

c. Contribuții experimentale

Lucrarea aduce o serie de contribuții experimentale, dintre care se prezintă cele cu impact semnificativ:

Contribuțiile experimentale în îmbunătățirea proceselor sunt deosebit de valoroase în diverse domenii și pot aduce beneficii semnificative în eficiența, calitatea și durabilitatea acestor procese. Iată câteva exemple de contribuții experimentale relevante:

1. Optimizarea proceselor de producție: Prin realizarea de experimente și analize aprofundate în cadrul liniilor de producție, s-au identificat și înlăturat potențialele puncte slabe sau ineficiențe. Acest lucru duce la îmbunătățirea fluxurilor de lucru, reducerea timpului de producție și minimizarea pierderilor.

2. Reducerea costurilor și utilizarea eficientă a resurselor: Prin intermediul experimentelor, se evaluează diferite metode sau tehnologii alternative pentru a reduce consumul de materiale și energie în procesele de fabricație. De asemenea, se pot identifica modalități de a minimiza pierderile și deșeurile, contribuind astfel la o utilizare mai eficientă a resurselor și la reducerea costurilor.

3. Îmbunătățirea calității produselor: Experimentele au fost folosite pentru a testa diferite variabile și parametri care pot afecta calitatea produselor finite. Prin înțelegerea mai bună a relației dintre factorii de producție și caracteristicile produsului final, se pot dezvolta metode și procese îmbunătățite pentru a asigura calitatea și conformitatea cu specificațiile.

4. Inovare în dezvoltarea de produse: Experimentele au fost utilizate pentru a evalua și valida noi idei și concepte în dezvoltarea de produse. Prin testarea prototipurilor și a diferitelor iterații, se pot identifica îmbunătățiri și se pot aduce inovații pentru a satisface cerințele și nevoile

clienților.

5. Reducerea impactului asupra mediului: Prin intermediul experimentelor, se pot identifica și implementa metode și tehnologii mai ecologice în procesele de fabricație. Acest lucru poate include utilizarea surselor regenerabile de energie, reciclarea materialelor sau reducerea emisiilor de poluanți și deșeurilor.

6. Îmbunătățirea siguranței și sănătății ocupaționale: Experimentele au fost utilizate pentru a evalua riscurile și pericolele asociate cu anumite procese și pentru a dezvolta metode și echipamente de protecție adecvate. Acest lucru contribuie la asigurarea unui mediu de lucru sigur și la prevenirea accidentelor și problemelor de sănătate ocupațională.

Acestea sunt doar câteva exemple de contribuții experimentale în îmbunătățirea proceselor. Importanța experimentelor și a abordării bazate pe dovezi în dezvoltarea și îmbunătățirea proceselor este recunoscută în diverse industrii și domenii de activitate.

d. Perspective de dezvoltare ulterioară

În urma experienței acumulate de-a lungul stagiului de cercetare doctoral, au fost identificate următoarele direcții de dezvoltare ulterioară:

1. Digitalizarea și automatizarea: Utilizarea tehnologiilor digitale și automatizarea proceselor devin tot mai prezente în îmbunătățirea continuă. Aplicarea roboților, a analizei datelor și a inteligenței artificiale facilitează colectarea și analiza informațiilor, identificarea de modele și tendințe, precum și implementarea de măsuri de îmbunătățire în timp real.

2. Utilizarea analizei datelor și a algoritmilor de învățare automată: Capacitatea de a analiza și a înțelege cantități mari de date devine din ce în ce mai importantă în îmbunătățirea continuă. Aplicațiile de analiză a datelor și algoritmii de învățare automată permit identificarea de modele, relații și anomalii, precum și anticiparea problemelor și luarea de decizii mai informate în ceea ce privește îmbunătățirile necesare.

3. Abordarea Agile și Lean: Metodologiile Agile și Lean sunt tot mai utilizate în îmbunătățirea continuă. Aceste abordări promovează colaborarea, comunicarea și flexibilitatea în echipă, accelerând procesul de îmbunătățire și permițând ajustări rapide și eficiente în funcție de feedback și cerințele clienților.

4. Implicarea angajaților și a echipei: O tendință importantă în îmbunătățirea continuă este accentul pus pe implicarea și participarea activă a angajaților și a echipei în procesul de identificare și implementare a îmbunătățirilor. Se promovează culturi organizaționale care încurajează contribuțiile și ideile angajaților și care oferă suport și resurse pentru a implementa îmbunătățiri la nivelul individual și al echipei.

5. Integrarea sustenabilității: Îmbunătățirea continuă se concentrează din ce în ce mai mult pe aspecte de sustenabilitate și responsabilitate socială. Se caută modalități de a reduce impactul asupra mediului, de a utiliza resursele într-un mod mai eficient și de a crea produse și servicii mai durabile și mai prietenoase cu mediul înconjurător.

6. Focusul pe experiența clienților: Îmbunătățirea continuă se orientează tot mai mult spre îndeplinirea nevoilor și așteptărilor clienților. Se utilizează metode precum analiza experienței clienților, feedback-ul și cercetările de piață pentru a identifica punctele slabe și pentru a dezvolta îmbunătățiri care să conducă la o experiență mai satisfăcătoare și valoroasă pentru clienți.

Prezenta lucrare conține atât rezultate teoretice, cât și experimentale și aplicabile industriale care pot să constituie un transfer de tehnologie de la mediul de cercetare academică și industrială

la mediul de afaceri. Acestea au stat la baza a 7 lucrări științifice, din care 1 este indexată în Web of Science și 2 sunt indexate în alte baze de date internaționale.

BIBLIOGRAFIE

- 1. Xenakis, DM (Xenakis, DM) Dunn, DS (Dunn, DS)** Book Group Authors AMER SOC QUAL CONTROL (AMER SOC QUAL CONTROL) AMER SOC QUAL CONTROL (AMER SOC QUAL CONTROL) Quality improvement via quality costs [Conferință] // ASQC'S 51ST ANNUAL QUALITY CONGRESS PROCE. - [s.l.] : Web of Science .
- 2. Aalst W** Process Miming: A Research Agenda [Periodic]. - [s.l.] : Computers in Industry, 2004.
- 3. Abdolsah M Jahan, A.** How to use Continuous Improvement tools in different life periods of organisations [Periodic]. - Singapore : IEEE International Conference on Management of Innovations and Technology, 2006. - Vol. 2.
- 4. Abduljaleel M.** Outlier Detection in the Analysis of Nested GAGE R&R, Random Effect Model [Periodic] // STATISTICS IN TRANSITION new series. - 2019.
- 5. Aized T.** Total Quality Management and Six Sigma - Smarter Solutions Using Statistical Methods [Periodic]. - [s.l.] : John Wiley and Sons Inc., 2012.
- 6. Alstrup L.** Coaching Continuous Improvement in Small Enterprises [Periodic]. - [s.l.] : Integrated Manufacturing Systems, 2000. - 3 : Vol. 11.
- 7. Arafat A** Problems and Future Trends of Software Process Improvement in Some Sudanese Software Organizations [Periodic] // 2013 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING, ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING (ICCEEE) . - 2013.
- 8. Arezes P.** Workplace Ergonomics in Lean Production Environments: A Literature Review [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/265733694>. - 2014.
- 9. Ashmore C.** Kaizen and the Art of Motorcycle Manufacturing [Periodic]. - [s.l.] : Manufacturing Engineer, 2001. - 5 : Vol. 80.
- 10. Augsdorfer P., Harding, R.** Changing Competitive Forces in Europe: Continuous Improvement in a Sample of French, German and British Companies [Periodic]. - [s.l.] : European Business Review, 1995. - 4 : Vol. 95.
- 11. Barrie De Dale G., Plunkett J.J.** "Quality Costing", page 138 [Carte]. - [s.l.] : Taylor&Frances Group, 2017.
- 12. Benbow D. W. , Zarghami A.** "Introduction to 8D Problem Solving" [Periodic] // Spiralbound. - 2017.
- 13. Berger A.** Continuous Improvement and Kaizen: Standardization and Organizational Designs [Periodic]. - [s.l.] : Integrated Manufacturing Systems, 1997. - 2 : Vol. 8.
- 14. Besterfield and Co. D.H** "Total Quality Management" [Periodic] // Elsevier. - 2012.
- 15. Bloom M.** Remt de Oudere de Robot [Periodic]. - [s.l.] : Elsevier, 2017.
- 16. Borris S** Total Productive Maintenance. Proven Strategies and Techniques to Keep Equipment Running at Peak Efficiency [Carte]. - [s.l.] : The McGraw-Hill Companies, Inc, 2006.
- 17. Bourne Mike Bourne Pippa** "Handbook of Corporate Management", page 167 [Carte]. - [s.l.] : John Wiley and Sons Ltd, 2011.
- 18. Bourne Mike Bourne Pippa** "Handbook of Corporate Performance Management", page 81 [Carte]. - [s.l.] : Johnh Willey and Sons Ltd, 2011.
- 19. Brah S, Chong, W** Relationship Between Total Production Maintenance and Performance [Periodic]. - [s.l.] : International Journal of Production Research, 2004. - 2383-2401.
- 20. Bryant J. L Wilburn N. P.** "Handbook of Software Quality Assurance Techniques Applicable to the Nuclear Industry" [Lucrare]. - WA 9935 : Pacific Northwest Laboratory, Richland, 2 August 1987.
- 21. Carp A,** "Profitabilitatea ca forma de comunicare a valorii unei unitati care functioneaza in scopul obtinerii de profit", [Periodic] // Romanian Statistical Review – Supplement no 6 / . - 2017.
- 22. Castañeda O Caraballo I, Bernad MJ, et al.** "Design of crossed and nested Gauge R&R

studies for the validation of the Heckel and Ryshkewitch-Duckworth mathematical models” [Periodic]. - 2021.

23. Chevalier R. Doutré E., Spalanzani A, “Le management de la qualité” [Carte]. - Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble, 1996..

24. Chirescu A Analiza Situatiei IMM-urilor din Romania [Articol] // Revista Romana de Statistica. - 2022.

25. Comertului Registrul Înmatriculări efectuate în perioada 01.01.2023 - 31.05.2023 comparativ cu aceeași perioadă a anului trecut [Lucrare]. - Bucuresti : [s.n.], 2023.

26. Dahlgard Jens J. . Khanji Ghopal K, Kristensen Kai Fundamentals of Total Quality Management [Carte].

27. Danet A. Managementul Proiectelor [Carte]. - Brasov : Disz Tipo, 2001.

28. Dasgupta T., Murthy, S. Looking Beyond Audit-Oriented Evaluation of Gauge Repetability and Reproducibility; A CaseStudy [Periodic]. - [s.l.] : Total Quality Management. DOI:10.1080/0954412010075280, 2001.

29. Desjardins M. “How to execute corporate action plans effectively” [Periodic] // Business in Vancouver. - 2011.

30. Dombrowski U., Mielke, T. Lean Leadership - 15 Rules for Sustainable Lean Implementation [Periodic]. - [s.l.] : Procedia CIRP, 2014.

31. Doraa M., Kumarb, M., Goubergen, D. Operational Performance and Critical Success Factors of Lean Manufacturing in European Food Processing SMEs. Trends in Food Science and Technology [Periodic]. - 2013.

32. Doshi J.A., Desay, D Measurement System Analysis for Continuous Quality Improvement in Automobile SMEs: Multiple Case Study [Periodic]. - [s.l.] : doi:10.1080/14783363.2017.1324289, 2019.

33. Dr. Kent R Quality Management in Plastic Processing [Carte]. - [s.l.] : Elsevier, 2016.

34. Drucker P. Management's New Role [Periodic]. - [s.l.] : Harvard Business Review, 1969.

35. Drumond D. Confessions of a Serial Productivity Research [Periodic]. - [s.l.] : International Productivity Monitor, 2011.

36. Eckes G The Six Sigma Revolution - How General Electric and Others Turned Process Into Profit [Periodic]. - New York : John Wiley and Sons Inc., 2001.

37. Emiliani B Better Thinking, Better Results [Periodic]. - Wethersfield : Wetherfield Center for Lean Business Management, 2007.

38. Europeana Comisia Manualul Utilizatorului pentru Definitia IMM-urilor [Periodic] // Oficiul pentru Publicații al Uniunii Europene, Luxemburg. - 2019.

39. Formento H Key Factors for a Continuous Improvement Process [Periodic] // INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION (IJM&P). - 2013.

40. Gergen A, Firuzan, A.R. Taguchi Based Case Study in the Automotive Industry: Nonconformity Decreasing With Use of Six Sigma Methodology [Periodic]. - [s.l.] : Journal of Applied Statistics; doi.org/10.1080/02664763.2020.1837086, 2020.

41. Gerger A Conducting a Gage R&R Study: An Application Example in Automotive Industry [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/349625419>. - 2021.

42. Glavan M. Dumitru M., Dumitrana M. Studiu Empiric privind Costurile Referitoare la Calitate in Intreprinderile Prestatoare de Servicii din Romania [Carte]. - [s.l.] : Managementul Calitatii, Vol XI, Nr. 26, Iunie 2009.

43. Gogue JM “Management de la Qualité” [Carte]. - Paris : Ed. Economica, 1997.

44. Gordon R.J. The Rise and Fall of American Growth [Periodic]. - New York : Princetown University Press, 2016.

45. Green A.P., Buckley, A.R. Application of Gauge R&R to the Rigorous Measurement of Quantum Yield in Fluorescent Organic Solid State Systems [Periodic]. - [s.l.] : Review of Scientific Instruments. doi:10.1063/1.473763, 2012. - 83.

46. Hall Dale E. Kondō Yoshio, Kawamoto H. Proceedings of the Symposium on Quality

Management [Periodic]. - 1993.

47. Halleel A Gage Repetability and Reproducibility Study [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/328052178>. - 2018.

48. Hamada M.S, Borrer, C.M. Analyzing Unreplicated Gauge R&R Studies [Periodic]. - [s.l.] : Quality Engineering. doi:10.1080/08982112.2012.714338, 2012.

49. Harrington H. James Poor-Quality Cost, [Carte]. - [s.l.] : American Society for Quality, ISBN 978-0-8247-7743-2, OCLC 14965331, 1987.

50. Heleta M. Total Productive Maintenance Models for Business Excellence [Periodic]. - Belgrad : Educta, 1998.

51. Hent R William Andrew Quality Management in Plastic Processing [Carte]. - [s.l.] : Elsevier, 2017.

52. Herman M., Pentek, T, Okto, B. Design Principles for Industry 4.0. Scenarios Proceedings of 49th Hawaii International Conference on System Sciences [Periodic]. - Koloa : HICCS, 2016.

53. Heydorn K Quality Assurance and Statistical Control [Articol] // Microchimica Acta. - January 1991.

54. Hofman C. Development of an Agile Method Kanban for Distributed Part-time Teams and an Introduction Framework [Periodic] // Procedia Manufacturing 23 (2018) 45–50. - 2018.

55. Hoyle David “Quality Management Essentials” [Periodic] // Elsevier . - 2017.

56. Hwang L.T., Horng, T.S. Advanced Stacking and Planar Solution for 5G Mobility [Periodic]. - Singapore : John Wiley and Sons, 2018.

57. Imai M Gemba Kaizen - A Commonsense, Low-cost Approach to Management [Periodic]. - Warsaw : Kaizen Institute, 2008.

58. Imai M. Kaizen - the Key to Japan's Competitive Success [Periodic]. - New York : Random House , 1986.

59. Ionescu C. Excelenta industrială, practica și teoria calitatii [Carte]. - Bucuresti : Ed. Economica, 1997.

60. J Salomé “Ghid de supraviețuire în universul profesional. Cum să facem fața situațiilor stresante” [Periodic] // Curtea Veche Publishing, Bucuresti . - 2015. - pg. 39-40.

61. Janes A. https://www.researchgateA_Continuous_Software_Quality_Monitoring_Approach_for_Small_and_Medium_Enterprises [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/316355639>. - 2017.

62. Jebreen I., Wellington, R., & MacDonell, S.G. Full citation: Jebreen, I., Wellington, R., & MacDonell, S.G. (2013) Packaged software implementation requirements engineering by small software enterprises, in Proceedings of the 20th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC2013 [Periodic]. - 2013. - pg. 50-57.

63. Joglekan A.M. Statistical Methods for Six Sigma in R&D and Manufacturing [Periodic]. - New York : John Wiley and Sons Inc., 2003.

64. Juran J, M, Godfrey, A.,B. Juran's Quality Handbook, Fifth Edition [Carte]. - [s.l.] : Mc Graw-Hill, 1998.

65. Kaushik P, Khanduja, D. Application of Six Sigma DMAIC Methodology in Thermal Power Plants; a Case Study [Periodic]. - [s.l.] : Total Quality Management and Business Excellence, 2009.

66. Kaviani M, A Application of Continuous Improvement Techniques to Improve Organization Performace: A case Study [Periodic] // International Journal of Lean Six Sigma . - 2018.

67. Kim In-Ju The Function of Ergonomics in Lean Manufacturing Design and Control [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/320266018>. - 2017.

68. King P. Lean for Process Industries; Dealing with Complexity [Periodic]. - New York : Productivity Press, 2009.

69. Klochov Y Conflicts Between Quality Management Methods [Periodic] //

<https://www.researchgate.net/publication/323059496>. - 2017.

70. Kollenburg T The Future of Continuous Improvement [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/332974315>. - 2019.

71. Kostka C., Monch, A. Change Management. 7 Methoden fur die Gestaltung von Veranderungs Prozessen [Periodic]. - Munchen : Carl Hanser, 2009. - Vol. 4.

72. Kraszewsky R Quality Management - Conceptions, Methods and Tools Used by the World's Business Leaders [Periodic]. - Torue : Scientific Society of Management, 2005.

73. Krowley Elster K. “Working with you is killing me” “Working with you is killing me”, [Periodic] // Ed. Trei, . - 2013. - p. 258.

74. Lean Manufacturing Tools <http://www.leanblog.ro/wp/instrumente-lean/instrumente-lean/5s/> [Interactiv] // www.leanblog.ro . - 2012.

75. Liu S, Batson, R.G. A Nested Experimental Design for Gauge Gain in Steel Tube Manufacturing [Periodic]. - [s.l.] : Quality Engineering. doi:10.1081/QEN-1200240160898-2112, 2003.

76. Locher D. Lean Office and Service Simplified [Periodic]. - New York : Productivity Press, 2011.

77. Lopez-Herrejon Roberto E.) [1] [și alții] Evolutionary Computation for Software Product Line Testing: An Overview and Open Challenges [Carte]. - [s.l.] : Web of Science Core Collection, 2016.

78. Lorenz M., Waldner, M., Engel, P. Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [Periodic]. - [s.l.] : Boston Consulting Group, 2015.

79. M. Bucur Economia Intreprinderii [Carte].

80. Maxwell J. C. Dezvolta leaderul din tine [Carte]. - Bucuresti : Ed. Amaltea, 1990.

81. Mc Kie M.G. Improving Lean Manufacturing Systems and Tools Engagement Through [Conferință] // 30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2021) . - Athens : [s.n.], 2021.

82. Mehedintu G. OPTIMIZAREA PROCESELOR DE LUCRUL PRIN INTERMEDIUL MANAGEMETULUI SCHIMBĂRII [Periodic]. - Bucuresti : <https://www.researchgate.net/publication/313651063>, 2016.

83. Meriam J.L. Engineering Dynamics [Carte]. - Texas : Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 2015.

84. Michalska J, Szewieczek, D The 5S Methodology as a Tool for Improving [Periodic]. - [s.l.] : Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2007.

85. Misiurek Bartosz “Standardized Work with Training Within Industry: Eliminating Human Errors in Production and Service Processes”, page 4 [Carte]. - [s.l.] : 2016, Taylor & Francis Group.

86. Montgomery D.C. Introduction to Statistical Quality Control [Periodic]. - New York : John Wiley and Sons Inc., 2009. - Vol. 6.

87. Mougín Y. Proventus: Les Outils de L'Optimisation de la Performance [Carte]. - Paris : Editions D'Organisations, 2004.

88. Nicolescu C, Petre S.C., Uritu, D, Samek, D, Cristof C “Carta alba a IMM-urilor din Romania; 2021, vol. 19”, [Periodic]. - Bucuresti : Prouniversitaria, 2021.

89. Nicolescu O Verboncu, I. “Management” [Periodic] // Editura Economica, Bucuresti. - 1997. - pg. 361-363.

90. Nicolescu O. Popa I., Nicolescu C., Stefan S.C., Simion C.P.” Starea de sanatate a managementului din Romania i n 2019, Ed. A XI-A [Carte]. - Bucuresti : Ed. Prouniversitaria, 2020.

91. Nicolescu O. Verboncu I. Fundamentele Managementului Organizatiri [Carte]. - Bucuresti : Tribuna Economica, 2001.

92. Nistoreanu B. Aspecte Definitorii Privind Sistemele de Management al Calitatii in Intreprinderile Mici si Mijlocii [Periodic] // Revista de Marketing Online – Vol. 4 Nr. 4. - 2013.

93. Odeh R.E. “Parts per Million Values for Estimating Quality Values”, page v [Carte]. -

[s.l.] : CRC Press.

94. Pande P.S., Newman, R.P., Cavanagh, R.R. The Six Sigma Way. How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing their Performance [Periodic]. - New York : Mc Graw Hill, 2000.

95. Peruchi R.S., Balestrassi, P.P. A New Multivariate Gage R&R Method for Correlated Characteristics [Periodic]. - [s.l.] : Int. J. Production Economics. doi:10.1016/j.ijpe.2013.02.018, 2013.

96. Pieczonka A, Quality Vademecum [Periodic]. - Cracow : Center of Training and of Quality Systems of Cracow University, 2003.

97. Pop L. Study of Creating a Simplified Model of Quality Management System in a SME from the Central Region of Romania [Conferință] // 9th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, INTER-ENG 2015. - Targu Mures : [s.n.], 2015.

98. Practices King Timothy in Best <https://solutionsreview.com/data-management/the-best-data-quality-tools-and-software/>, [Interactiv]. - 22 December 2021.

99. Registrul Comertului Situatia Statistica privind Infiintarea SRL la data de 31.05.2023 [Lucrare]. - Bucuresti : [s.n.], 2023.

100. Robert Kent [Carte].

101. Rya T.P. “Statistical Methods for Quality Improvement”, 3rd Edition [Lucrare]. - [s.l.] : Elsevier, August 2022.

102. Saikaew C. Paper Organizers International [Periodic]. - An Implementation of Measurement Systems Analysis for Assessment of Machine and Part Variations in Turning Operations Measurement : [s.n.], 2018.

103. Sathishkumar S. Unconventional Machining Process [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/330968191>. - 2019.

104. Shanmuganathan S. Lean Six Sigma [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/255910300>. - 2010.

105. Shanmuganathan Sankar Lean Six Sigma [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/255910300>. - 2010.

106. Shingo S. Zero Quality Control [Carte]. - [s.l.] : Productivity Inc., 1996.

107. Shirose K. Total Productive Maintenance. New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industry [Periodic]. - Tokyo : JIPM Solutions, 2007.

108. Singh J Continuous Improvement Philosophy - Literature Review and Directions [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/271712469>. - 2015.

109. Smeureanu I, Onete, B, Anghel L.D. Studiu comparativ si analitic al definirii si pozitionarii IMM-urilor romanesti [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/256461517>. - 2004.

110. Smith J. The KPI Book, Insight Training and Development [Periodic]. - Stourbridge : [s.n.], 2001.

111. Sol E. Factories for Europe: Towards Smart and Flexible Factories [Periodic]. - Tilburg : Avans University of Applied Science, 2017.

112. Staff F. Leak Testing Components Offers Cost Savings, Helps to Meet Gage R&R Requirements [Periodic]. - [s.l.] : Fopundry Management and Technology, 2010. - Vol. 10.

113. Summers D. Quality Management [Periodic]. - London : Perason Education, 2005.

114. Suzuki A Practical Kaizen for Productivity Facilitations [Periodic]. - Tokyo : Japan Productivity Center, 1993.

115. Swenson B. How Lean Management Improves Business, Saves Money [Periodic]. - [s.l.] : allbusiness.com, 2004.

116. Taghizadegan S. Essential of Lean Six Sigma [Periodic]. - Oxford : Elsevier Inc., 2006.

117. Tatroe Kevin MacIntyre Peter, Lerdorf Rasmus “Programming PHP: Creating Dynamic Web Pages”, Chapter 1 [Carte]. - [s.l.] : O’Reilly Media Inc., 2013.

118. Tavera Sainz J.G. Conducting a Gage R&R [Periodic]. - [s.l.] : Six Sigma Forum Magazine, 2013.

- 119. Tucu D.** Optimizarea Costurilor Calitatii in Sistemele Industriale [Carte]. - Timisoara : Eurostampa, 2016.
- 120. Valdez L.M.** Gauge Repetability and Reproducibility Study on Hemishell with a Brown and Sharpe Coordinate Measuring Mashine [Periodic]. - [s.l.] : University of New Mexico, 2011.
- 121. Vayvay O** Quality Improvement Through Ergonomics Methodology: Conceptual Framework and an Application [Periodic] // <https://www.researchgate.net/publication/247834808>. - 2008.
- 122. Vladimirovic D** Role and Importance of Key Performance Indicators [Periodic] // Serbian Journal of Management. - 2010.
- 123. Vykydal D.** A Study of Quality Assessment in Higher Education [Periodic] // <http://www.mdpi.com/journal/sustainability>. - 2020.
- 124. Wawak S.** Quality Management. Theory and Practice [Periodic]. - Warsaw : Onepress Published, 2004.
- 125. Weaver B.P., Hamada, M.S., Vardeman, S.B.** A Bayesian Approach to the Analysis of Gauge R&R Data [Periodic]. - [s.l.] : Quality Engineering. doi: 10.1080/08982112.2012.702381.
What is action plan? Definition and meanings [Periodic] // WebFinance. - 2016.
- 126. Womack J., Jones, D., Roos, D.** The Machine that Changed the World [Periodic]. - New York : Rawson Associates, Macmillan Publishing Company, 1990.
- 127. Zhu Li [și alții]** Key performance indicators for manufacturing operations management gap analysis between process industrial needs and ISO 22400 standard [Conferință] // Proceedings of the 8th Swedish Production Symposium (SPS 2018).