



Analiza Impactului Indicatorilor de Performanță într-o Companie asupra Cererilor de Schimbare aduse Senzorilor de Viteză în Industria Automotive în vederea Optimizării Procesului de Fabricație

Oana Bianca POP (UIFĂLEAN) ^{1*},
Dorel Cristian UIFĂLEAN ²,
Rozalia Manuela GABOR ³

¹ Universitatea de Medicină, Farmacie și Științe Tehnologice George Emil Palade, str. Păcii, 72B, Târgu Mureș, 540117, România

² Mahle - Componente de Motor, str. Păcii, 72B, Târgu Mureș, 540117, România

³ Universitatea de Medicină, Farmacie și Științe Tehnologice George Emil Palade, Târgu Mureș, România

Rezumat: Indicatorii cheie de performanță realizați într-o companie cu domeniul de activitate în automotive (KPI/KPR) permit adunarea de cunoștințe și explorarea celei mai bune modalități ale companiei de a-și atinge obiectivele. Mulți cercetători au oferit diferite idei pentru determinarea KPI-urilor, fie manual, fie semi-automat sau automat, aplicate în diferite domenii. Această activitate se concentrează pe furnizarea unui studiu al unei abordări pentru explorarea indicatorilor cheie de performanță (KPI/KPR) într-o companie cu domeniul de activitate în automotive. În această lucrare sunt prezentate explicații despre organizarea procesului, modul de selecție al KPI/KPR și exemplu practic de măsurare al KPI/KPR în zona de producție. Acesta oferă o imagine interesantă a modului în care oamenii analizează situațiile complexe și își proiectează strategiile.

Cuvinte cheie: Indicatori de performanță, Faza de planificare, Faza de validate, Faza de implementare

Clasificare JEL: O39

© 2021 Publicat de revista ACTA MARISIENSIS, SERIA OECONOMICA, Editura University Press Târgu Mureș, sub egida Universității de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie George Emil Palade din Târgu Mureș, România.

* Autor de corespondență: Pop (Uifălean) Oana Bianca, 0746677990
e-mail: pop.oana-bianca.20@stud.umfst.ro

1 INTRODUCERE

Obținerea de bunuri materiale, ca și rezultat al desfășurării procesului de producție a senzorilor, constituie activitatea principală a întreprinderii industriale.

Desfășurarea activităților pentru obținerea bunurilor materiale presupune deținerea unui ansamblu de materii prime și materiale, care poartă denumirea și de obiecte ale muncii, care sunt preluate din natură sau reprezintă rezultatul altor activități de producție. Prelucrarea materialelor și materiilor prime cu ajutorul unor mijloace de lucru acționate sau supravegheate de om, devin bunuri economice destinate satisfacerii nevoilor de consum ale întregii societăți (Breckling, 2010).

Scopul propus de această lucrare a fost de a ajuta la optimizarea modului de lucru și a informa toate persoanele implicate în procesul cererii de schimbare, un mod simplificat de a crea indicatori care să ne arate mereu statusul la care ne aflăm (Ullaha).

În procesul de producție există următoarele activități:

- Procesul de fabricație propriu-zis al senzorilor, această activitate se realizează prin intermediul procesului de producție industrial;

- Lucrările realizate în laborator, cum sunt activități de cercetare și asimilare în fabricația noilor senzori, aceste activități sunt legate în mod direct de fabricația propriu-zisă (Zhang, 2002).

Pentru ca procesul de producție să se desfășoare în mod optim există câțiva factori care condiționează acest proces:

- Forța de muncă prin acțiunile conștiente pe care oameni le fac;

- Capitalul definit de mijloacele de muncă;

- Procesele naturale, care nu pot fi influențate (Wegmuller, 2000).

Prin realizarea unui raport tehnico-material, procesul de producție se definește ca fiind totalitatea proceselor tehnologice, procese de muncă și procesele naturale ce concură la obținerea produselor, în acest caz fiind senzorii de viteză, sau la executarea lucrărilor și serviciilor ce reprezintă obiectul de activitate al întreprinderii.

Rezultatul pe care îl obținem este că în funcție de modul în care omul acționează asupra obiectelor muncii, în cadrul procesului de producție se disting următoarele tipuri de procese: procese de muncă; procese tehnologice; procese naturale (Ungureanu).

Activitatea de producție se realizează prin intermediul procesului de producție, a cărui desfășurare este condiționată de diverși factori.

Dorința și obiectivul fiecărei întreprinderi este de a avea mereu cele mai optime metode de gestionare și realizare a procesului de producție. În producția de senzori există un flux constant de cereri de schimbare care sunt realizate în vederea optimizării procesului de producție. Schimbările se realizează atât asupra procesului cât și asupra produsului (Sorace, 1997).

2 DEFINIREA PROBLEMEI DE CERCETARE

Cererile de schimbare sunt documente cu ajutorul cărora orice persoană internă angajată poate să aducă modificări de optimizare asupra unui produs sau proces. O cerere de schimbare cuprinde o serie de date necesare cu privire la modificarea ce urmează să fie adusă în cadrul procesului de producție (The IEEE, 2002).

Aceste cereri de schimbare se creează într-un sistem special implementat pentru acest proces al cererii de schimbare și care prezintă și sistemul de înregistrare al acestora. Acest sistem poartă denumirea de Managementul schimbării utilizat în vederea optimizării produselor și serviciilor oferite (Shell, 2002).

Cererea de schimbare, în procesul ei de creare și concretizare trece prin anumite faze, și anume:

Faza preliminară. Este faza în care un angajat pornește o cerere de schimbare în sistem. Pentru a crea o cerere de schimbare este necesară o idee de optimizare a unui proces sau produs,



sau o modificare de componente. Schimbările pot fi diverse dar sunt mereu legate de proces sau produs. După ce se completează în sistem toate informațiile necesare din faza preliminară, aceasta este trimisă direct la Manager (Karnik, 1999). Managerul este cel care va analiza cererea de schimbare, iar înainte de o aproba acesta va desemna o persoană din departament care va fi responsabilă să urmărească și să coordoneze tot procesul până când modificarea va fi implementată în sistemul de producție. Persoana desemnată poate să fie aceeași care a și pornit cererea de schimbare sau poate să fie o altă persoană din departament (Padhye, 2004).

Managerul are responsabilitatea de a urmări dacă clientul este afectat de modificarea care urmează să fie făcută, dacă sunt îndeplinite toate condițiile de calitate după implementarea modificării și dacă modificarea implică costuri (IEEE, 1997).

Faza de planificare. În această fază este denumită o persoană care se va ocupa de cererea, va avea grijă să fie completată corect, va fi prezentată la un grup de persoane care vor verifica cu atenție cererea de schimbare. Aceste persoane verifică toate cererile de schimbare înainte ca acestea să fie trimise la aprobare la persoanele nominalizate din fiecare departament implicat.

Persoana desemnată să creeze cererea de schimbare și care va urmări modificarea va organiza împreună cu echipa de proiect toate activitățile necesare pentru ca modificarea să fie posibilă.

Faza de procesare și validare. Această fază este cea în care modificarea a fost aprobată de către toate persoanele o implicate în proces. În această fază se vor realiza analizele necesare pentru a testa dacă modificarea este în parametri, se vor documenta toate măsurile astfel încât să toate documentele care sunt necesare pentru a implementa modicarea să fie actualizate și disponibile pentru toate persoanele implicate în proces.

Tot în această fază, persoana responsabilă de cererea de modificare, are posibilitatea de a mai modifica conținutul cereri. După ce, cererea va fi trimisă la aprobarea finală, conținutul acesteia nu mai poate fi modificat. În cazul în care este necesar să se mai modifice ceva în conținutul cereri aceasta trebuie să revină într-o fază de corecție dar care după finalizare va duce cererea din nou în aprobare la toate persoanele implicate.

Din acest motiv este foarte important ca cererea să fie creată corect. Să conțină toate informațiile necesare și să fie tratată cu foarte mare atenție mai ales de persoana responsabilă. O fază de corecție pentru o cerere de schimbare nu este un lucru foarte bun deoarece poate afecta procesul de producție, procesul de coordonare sau clientul (OECD, 2008).

Faza de implementare. În această fază se verifică în cererea de schimbare foarte atent dacă lista de aprobatori conține toate persoanele implicate în proces care trebuie să aprobe cererea. Se verifică conținutul cereri, dacă este corect completat. Se verifică dacă data de implimentare stabilită de responsabilul de cerere este corectă, aceasta poate fi depășită, iar acest lucru va influența negativ procesul de coordonare.

Faza de implementare este aceea în care modificare pe care responsabilul de cerere o dorește a fi implementată va apare efectiv în sistemul utilizat de producție. Pentru a fi implementată modificarea în sistemul de producție este necesar ca cererea de schimbare să cuprindă o descriere clară a modificărilor. Descrierea trebuie să fie foarte bine detaliată, trebuie să conțină toate modificările care se vor aduce și unde se vor reflecta.

În cazul în care una dintre condițiile de mai sus nu sunt respectate cererea riscă sa fie respinsă și trimisă din nou într-o fază de corecție (Migley, 2009).

Este foarte important ca responsabilul de implimentare, persoană care face din Departamentul de Documentație Tehnică în general, să verifice toate cerințele menționate mai sus deoarece o modificare greșită în sistem o poate afecta într-un mod negativ producția, fapt care poate duce la costuri suplimentare foarte mari și la reclamații din partea clientului (Van, 2006).

Odată ce implementarea este făcută în sistemul de producție înseamnă că modificare va apărea fizic în procesul de producție.

Sistemul este unul foarte bine conceput care ne ajută să creăm cereri de schimbare care au efect fizic în procesul de producție. Aceste schimbări pot afecta atât produsul cât și procesul, în funcție de modificarea pe care orice angajat indirect o poate aduce în scop de optimizare [20].

Pentru a crea o cerere de schimbare în sistem se poate alege una dintre cele trei variante disponibile. Alegerea variantei optime se face în faza de aprobare de către Managerul celui care poartă cererea de schimbare (Schumpeter, 1939).

O cerere de schimbare poate urma unul dintr următoarele fluxuri:

- Standard;
- Simplificat;
- Corecție.

În funcție de fluxul ales pentru crearea cereri există criterii diferite de completare și implementare a acestora (Thomas).

Fluxul de cereri de schimbare este mare, iar acest lucru necesită o monitorizare statistică și o umărare continuă a tuturor modificărilor de optimizare aduse prin cereri de schimbare create în sistemul Managementul schimbării de optimizare. Pentru ca această parte de monitorizare să devină concretă s-a decis utilizarea funcțiilor de generare a indicatorilor de performanță în funcție de fazele cererilor de schimbare (De Jong, 2003).

3 PREZENTAREA REZULTATELOR CERCETĂRII

Managementul Schimbării de proces sau produs oferă posibilitatea generării indicatorilor care ne pot ajuta să ne urmărim intern mult mai ușor cererile de schimbare, iar acolo unde este cazul să definim măsuri de îmbunătățire (Woszczyzna, 2021).

Indicatorii pe care putem să îi generăm și să îi monitorizăm sunt următorii:

Indicatorul de performanță în faza de planificare (KPI 1), (Mohammed)

Prima etapă de monitorizare se realizează în faza de planificare a cererii de schimbare. Faza de planificare înseamnă ca cererea de schimbare urmează să fie prezentată echipei de cereri de schimbare care va evalua conținutul.

Această etapă reprezintă faza în care cererea este deja aprobată de către Manager, modificarea este definită în cerere și este prezentată echipei de cerere de schimbare pentru a ști că urmează o nouă modificare și pentru ași putea planifica activitățile pe care le presupune noua modificare.

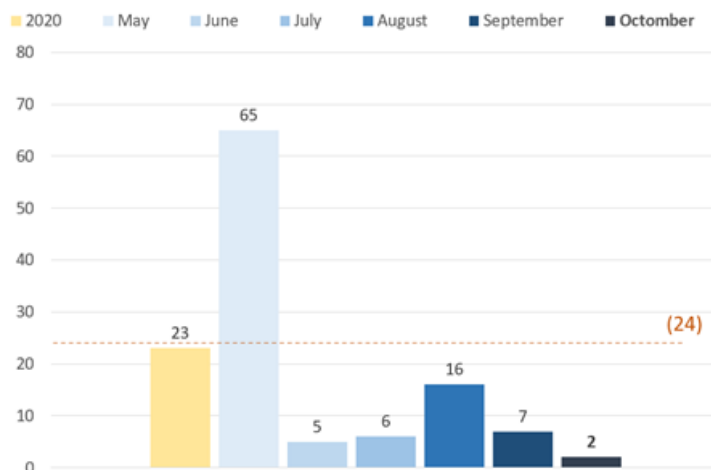
Ce înseamnă indicatorul de performanță în faza de planificare?

Monitorizarea cererilor de schimbare în faza de planificare înseamnă că reprezentantul schimbării trebuie să respecte un target impus atunci când începe această etapă. Acest targhet este definit intern și reprezintă numărul de zile de când cererea de schimbare merge în aprobare la echipa care a verificat-o până în ziua în care această perioadă se încheie.

Pentru această fază în cercetarea de față a fost setat un targhet, pentru indicatorul de performanță în faza de planificare, între 20 și 24 de zile.

Mai departe este transpus în practică acest prim indicator și este prezentat tot procesul care are loc după generarea acestuia.

Figura nr.1 – Indicatorul de performanță în faza de planificare



Sursa: Intern din compania asupra căruia sa efectuat studiul

Pe verticală se vede perioada, în zile, în care se desfășoară faza de planificare a cererilor de schimbare. Pe axa orizontală se vede câte zile sunt, în medie pentru toate cererile de schimbare, pe fiecare lună, dar și o medie pe anul precedent.

Prelucrarea datelor se face lunar printr-un sistem intern al comaniei care prelucrează toate cererile de schimbare pentru fiecare lună și generează graficul de mai sus, calculând media numărului de zile în care s-a desfășurat faza de planificare.

Calculul acestui indicator se face în funcție de anumiți factori, și anume: data zilei în care cererea de schimbare este trimisă la aprobare la persoanele specializate pentru verificarea cererii, dată pe care o notam cu n1, minus data la care procesul de aprobare a luat sfârșit, dată pe care o notam cu m1:

$$KPI 1 = n1 - m1:$$

Figura nr.2 – Calcul Indicator de performanță în faza de planificare

| KPI 1 | |
|--------------------|--|
| Name of Key Figure | Cycle Time of Team Review: Duration of the Team Review approvals |
| Scale Unit | [number of days] |
| Calculation | CT-TR (calendar days): Period of time of the Planning Phase from start to the end of the Team Review |
| IT-System | Export the data from the IT-Systems |

Sursa: Intern din compania asupra căruia sa efectuat studiul

Rezultatul obținut nu are are voie sa depășească numărul reprezentat de targhetul definit.

Procesul acestui indicator este influențat de anumiți factori, cum sunt: motivul schimbării, documentele necesare pentru aducerea schimbării, produsele afectate, costurile necesare procesării schimbării.

Pentru verificarea sursei problemei și definirea unor măsuri de îmbunătățire s-a statilit în procesul intern să se prezinte în ședințele periodice între coordoatorul local al schimbării și persoanele din fiecare departament implicat în cererea de schimbare.

Pocesul pentru analizarea sursei cauzei și indentificarea măsurii se face cu ajutorul PDCA (Plan Do Check Act). PDCA (Mezzovico) care ajută la organizarea și desfășurarea activităților de management și care se orientează spre îmbunătățirea continuă a sistemului de management al calității pe care firma îl are în funcțiune. Metoda PDCA implică o abordare metodică în rezolvarea problemelor și implementarea soluțiilor.

Aceste rezultate reprezentate prin indicatori sunt generate și prezentate managementului superior lunar de către o persoană nominalizată din departamentul de Documentație tehnică.

Toate aceste discuții au la baza cererea de schimbare. Prin urmare se pune un mare accent ca o cerere de schimbare să fie corect făcută și să conțină toate informațiile necesare atunci cand cineva o acesează și vrea să afle mai multe detalii.

Prin realizarea primului indicator de performanță se verifică dacă cererile de schimbare respectă perioada impusă în faza de planificare și reflectă o imagine de ansamblu anuală precum și o evoluție a situației. Acest lucru ajută să la îmbunătățirea continuă a procesului și descoperirea punctelor slabe care trebuie îndepărtate și punctele tari pe care se pune mai mult accent.

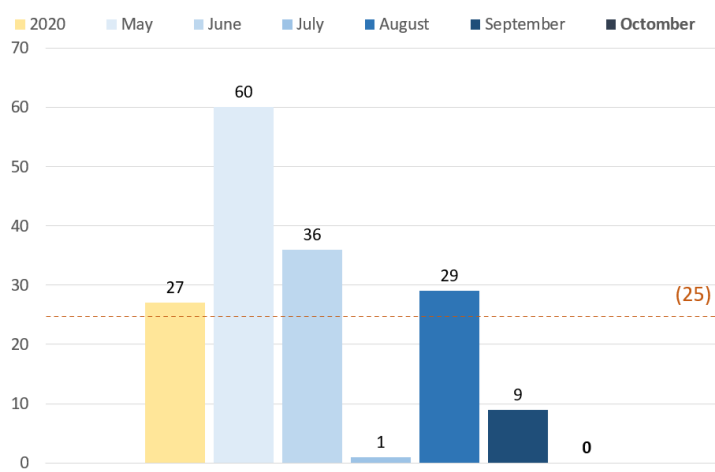
Indicatorul de performanță în faza de validare (KPI 2)

Al doilea indicator pe care sistemul permite să fie generat este indicatorul de performanță în faza de validare. Principiul acestui indicator este același cu cel al indicatorului de performanță în faza de planificare. Funcționează la fel doar că arată dacă faza de validare, de această dată se încadrează într-un anumit număr de zile. Targhetul este la fel stabilit pentru fiecare produs în parte fiind aprobat de manager.

Ce înseamnă indicatorul de performanță în faza de validare?

După ce faza de planificare este încheiată, cererea de schimbare trece în faza de validare. În această fază, Reprezentatntul schimbări are posibilitatea de a mai face anumite modificări, dacă este nevoie. Aceste modificări sunt cerute de echipa care verifică cererile de schimbare, iar reprezentantul schimbării este responsabil să facă aceste modificări. După ce cererea de schimbare este gata, reprezentantul schimbării o poate trimite în aprobare la echipa setată ca aprobatori în faza de validare. Persoanele care aprobă cererea de schimbare în această fază sunt din departamentele implicate în procesul cererii de schimbare.

Figura nr.3 – Indicatorul de performanță în faza de validare



Sursa: Intern din compania asupra căruia sa efectuat studiul

Prelucrarea datelor se face lunar printr-un sistem intern al comaniei care prelucrează toate cererile de schimbare pentru fiecare lună și generează graficul de mai sus, calculând media numărului de zile în care s-a desfașurat faza de validare.



Pentru a calcula acest indicator este urmat același principiu ca și la primul indicator, și anume: data la care cererea de schimbare începe procesul de aprobare de către departamentele implicate, notată cu $n2$, min us data la care cererea de schimbare a obținut ultima aprobare, notată cu $m2$.

$$KPI2 = n2 - m2:$$

Figura nr.4 – Calculul indicatorului în faza de planificare

| KPI 2 | |
|--------------------|--|
| Name of Key Figure | Cycle Time of Final Review: Duration of Final Review approvals |
| Scale Unit | [number of days] |
| Calculation | CT-FR [calendar days]: Period of time of the Processing and Validation Phase from start to the end of the Final Review |
| IT-System | Export the data from the IT-Systems |

Sursa: Intern din compania asupra căruia sa efectuat studiul

Rezultatul pe care îl obținem după calculul acestui indicator trebuie să fie mai mic sau egal cu țargetul impus.

Prezentarea trebuie să fie una foarte simplă, dar care să conțină toate informațiile necesare pentru a putea fi înțeleasă ușor de oricine dorește să vizualize situația cererilor de schimbare. La un nivel național, fiecare locație are definite țargete în ceea ce privește indicatorii de performanță (Jarrat, 2004).

Indicatorul de performanță în faza de livrare (KPR), (Kiran)

În cadrul companiei sunt definiți trei indicatori care sunt urmăriți. Toți prezintă o importanță majoră, dar cel mai important dintre cei trei este cel de livrare sau indicatorul de implementare a modificărilor în procesul de producție. Pentru încadrarea în țargetul impus la acest indicator trebuie ca primii doi indicatori să fie respectați.

Dacă livrarea produselor cu noile modificări se face la timp înseamnă că există un client mulțumit. Acesta este cel mai important motiv pentru care se urmărește să se livreze în timp produsele și serviciile (Tale-Yazdi).

Ce înseamnă implementarea în timp a cererilor de schimbare?

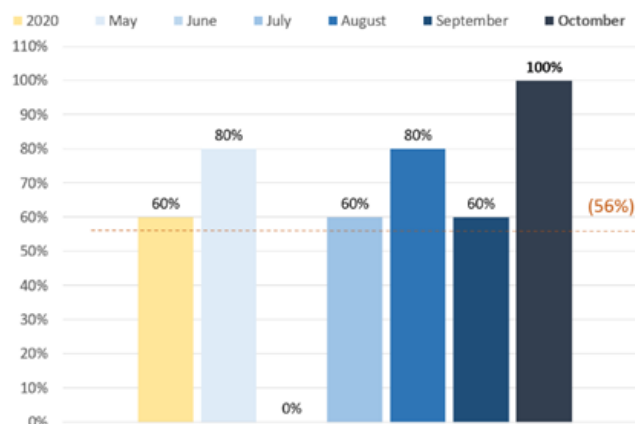
Implementarea în timp înseamnă că modificarea ajunge în procesul de producție la data scrisă în rubrica din cererea de schimbare. Atunci când vine o noua cerere de schimbare se va preciza o dată la care se dorește ca producția să conțină noua modificare. Această dată trebuie să țină cont de toate etapele pe care cererea le va parcurge și de toate activitățile adiționale pe care persoanele responsabile trebuie să le facă pentru a putea aproba cererea și pentru a respecta noua modificare. Unele activități pot avea o durată îndelungată iar din acest motiv această dată de implementare trebuie să țină cont de cât durează fiecare activitate (Taw).

Ce înseamnă indicatorul de performanță în faza de livrare?

În cadrul companiei este important care este procentul de livrare al produselor către client. Adică cât la sută din ce se planifică se livrează către client într-un timp definit în cererea de schimbare. Pentru evidență s-a setat pentru fiecare grupă de produse un procent care reprezintă țargetul pe care trebuie să îl atingă lunar în ceea ce privește implementarea în timp a modificărilor în sistemul de producție.

Cel mai mare accent este pus pe acest indicator, de aceea se caută să fie un procent cât mai mare, al cererilor de schimbare, implementat în procesul de producție.

Figura nr.5 – Indicatorul de performanță în faza de livrare



Sursa: Intern din compania asupra căruia sa efectuat studiul

Prelucrarea datelor se face lunar printr-un sistem intern al comaniei care prelucrează toate cererile de schimbare pentru fiecare lună și generează graficul de mai sus, calculând procentajul de implementare a cererilor de schimbare.

Calculul indicatorului se face prin următoarea formulă:

$$KPR = (n3 / m3) * 100$$

n3 reprezintă data la care se face prima livrare

m3 este data la care s-a planificat când a fost creată cererea de schimbare, să existe prima livrare

Rezultatul este înmulțit cu 100 deoarece acest indicator este măsurat în procente:

Figura nr.6 – Calculul indicatorului de performanță în faza de livrare

| KPR 1 | |
|--------------------|---|
| Name of Key Figure | On Time Delivery: Changes implemented on time planned |
| Scale Unit | [%] |
| Calculation | (actual/plan) *100 (plan = Introduction date in the Planning Phase) |
| IT-System | Export the data from the IT-Systems |

Sursa: Intern din compania asupra căruia sa efectuat studiul

În desfășurarea acestui indicator, factori care ne influențează rezultatul sunt planificare producției și disponibilitatea materialelor.

Pentru deviații, se vor analiza cererile de schimbare care nu au fost implementate în timp și se vor depista cauzele și care sunt măsurile care pot fi luate pentru a nu se mai întâmpla acest lucru. Se va face aceeași prezentare cu cauzele și măsurile care se vor lua.

4 CONCLUZII

Principalele rezultate obținute sunt datele la zi unde putem vedea care este situația cererilor de schimbare la momentul actual în fiecare fază a acesteia.

Un aspect cheie al managementului schimbărilor ingineresti este gestionarea eficientă a modificărilor ingineresti în cadrul procesului de dezvoltare a produsului. Astfel, criteriile de măsurare a performanței, adică indicatorii de performanță sau indicatorii cheie de performanță, sunt adesea utilizați într-o varietate de domenii, fie pentru a dezvălui deficitul de performanță, fie



pentru a îmbunătăți un anumit proces (Wright). Cu toate acestea, în domeniul managementului schimbărilor ingineresti, literatura nu are o înțelegere largă a indicatorilor cheie de performanță (Dragana), precum și a aplicațiilor sale. Această lipsă de indicatori de performanță poate fi remediată prin transferul cunoștințelor disponibile despre indicatorii de performanță din alte domenii de cercetare. Prin urmare, această lucrare prezintă o perspectivă inițială asupra activităților de cercetare privind măsurătorile de performanță în diferite domenii de cercetare. Mai mult, constrângerile în managementul modificărilor tehnice sunt identificate pentru aplicarea KPI-urilor pentru a îmbunătăți gestionarea generală a modificărilor tehnice. Ca rezultat, este descris un model de nivel de performanță pentru aplicarea valorilor de performanță în managementul schimbărilor ingineresti (Bahram).

De asemenea am exemplificat modul de generare și prezentare a acestora, mod ales după mai multe încercări și mod care poate suporta în continuare modificări de optimizare.

Funcțiile descoperite și pe care le utilizăm în mod constant ne oferă posibilitatea să ne îmbunătățim mult mai repede și mult mai ușor munca deoarece putem să vedem mereu unde apare exact problema care ne poate întrerupe sau îngreunează procesul (Tarwiesch, 1999).

Pe parcursul acestei lucrări, obstacolele pe care le-am întâlnit au fost cel mai mult legate de cooperare, deoarece pentru analiza datelor este necesară cooperarea cu colegii din departamentele implicate, iar acest lucru este de multe ori un obstacol.

Decizia de a studia și dezvolta această parte de indicatori de performanță a venit de la ideea că trebuie să găsim o modalitate prin care munca să urmărită, să se poată analiza mai ușor rezultatele și să existe mereu un status actual a tuturor cererilor de schimbare care se realizează și se implementează asupra producției de senzori de viteză (Hamel, 2000).

Această lucrare a avut ca și obiectiv, oferirea unui cadru funcțional pentru definirea conținutului de cunoștințe adecvat mediului de desfășurare și implementare a modificărilor și o schiță pentru un nou nivel de abordare și urmărire a modificărilor de optimizare, cu accent crescut în domeniul ingineresc (Lu, 2002).

Fiecare organizație urmărește mereu să creeze un mod simplificat de lucru și de prezentare a tuturor factorilor care constituie procesul de muncă. Pentru a aduce în practică acest proces de indicatori de performanță s-au definit cu precizie etapele procesului, s-au urmărit cele mai importante faze la care trebuie să se acorde atenție în momentul desfășurării lor și astfel au fost definiți indicatorii de performanță în fazele cele mai importante ale procesului (Chapman, 2017).

Pentru viitor am găsit interesant să dezvolt o analiză amănunțită asupra modului de desfășurare al unei cereri de schimbare de la începutul ei până la implementare. Astfel este ușor să înțelegem care sunt cele mai grele momente de depășit și se poate vedea în detaliu care sunt cauzele care pot genera deviații ale procesului.

Bibliografie:

A. Tale-Yazdi, N. Kattne1, L. Becerril, U. Lindemann: A Literature Review on Approaches for the Retrospective Utilisation of Data in Engineering Change Management

Bahram Hamraz, Nicholas H. M. Caldwell, P. John Clarkson: A Holistic Categorization Framework for Literature on Engineering Change Management

Breckling, J. (2010), The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, vol. 61.

Chris Chapman, School of Management, University of Southampton, Southampton S017 1B J, UK: Project risk analysis and management-PRAM the generic process

- De Jong, J., & Vermeulen, P. (2003).** Organizing successful new service development: A literature review. *Management decision*, 1(9), 844–858.
- Dianne Waddell, Amrik S. Sohal:** Resistance: a constructive tool for change management
- Dragana Velimirovića, Milan Velimirovičb and Rade Stankovića:** Role and importance of key performance indicators measurement
- FLEXChip** Signal Processor (MC68175/D), Motorola, 1996.
- Hamel, G. (2000).** *Leading The Revolution*. Harvard Business School Press. ISBN: 978-1-57-851189-1
- I C Wright** Engineering Design Institute, Loughborough University, Loughborough, Leicestershire, LE11 3TU, UK: A review of research into engineering change management: implications for product design
- Inayat Ullaha, Dunbing Tanga, Leilei Yina:** Engineering product and process design changes: A literature overview
- IEEE,** Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, Std. 802.11, (1997).
- Jarratt TAW, Clarkson PJ, Eckert CM:** Engineering change. In design process improvement: a review of current practice (Clarkson PJ and Eckert CM Eds.). Springer London, UK, 2004;
- Karnik, A. (1999),** Performance of TCP congestion control with rate feedback: TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP, M. Eng. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India.
- Kiran S., Anamika, Anindya S. Chakrabarti, A. C., Sujoy C.:** The Saga of KPR: Theoretical and Experimental developments
- Lawson, B., Samson, D.A., (2001),** Developing innovation capability in organisations: A dynamic capabilities approach, *International Journal of Innovation Management*, 5, 377-400
- Mezzovico** PDCA12-70 data sheet, Opto Speed SA
- Migley, D. (2009),** *The Innovation Manual: Integrated Strategies and Practical Tools for Bringing Value Innovation to the Market*, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England, ISBN 978-0-19-926455-1
- Mohammed Badawy, A.A. Abd El-Aziz, Amira M. Idress, Hesham Hefny, Shrouk Hossam:** A survey on exploring key performance indicators
- OECD.** *Tourism in OECD Countries 2008: Trends and Policies*; OECD Publishing: Paris, France.
- Padhye, J., Firoiu, V. and Towsley, D. (2004).** A stochastic model of TCP Reno congestion avoidance and control, Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. Rep. 99-02.
- Roger Gill:** Change management--or change leadership
- Sorace, R. E., Reinhardt, V. S. and Vaughn, S. A. (1997),** High-speed digital-to-RF converter, U.S. Patent 5 668 842.
- Schumpeter, J.A., (1939),** *Business Cycles – A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. McGraw-Hill Book Company, New York
- S. C-Y. Lu, W. Elmaraghy, G. Schuh, Rwth, R. Wilhelm,** USA: SCIENTIFIC FOUNDATION OF COLLABORATIVE ENGINEERING
- Shell. M. (2002)** IEEEtran homepage on CTAN. [Online]. Available: <http://www.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/supported/IEEEtran/>
- T. A. W. Jarratt , C. M. Eckert, N. H. M. Caldwell, P. J. Clarkson:** Engineering change: an overview and perspective on the literature
- Terwiesch C, Loch CH:** Managing the process of engineering change orders: the case of the climate control system in automobile development. *J Prod Innov Manag* 1999;
- The IEEE website (2002).** [Online]. Available: <http://www.ieee.org/>
- Thomas Lauer:** Change Management, Fundamentals and Success Factors
- Ungureanu Marin:** Planificarea Şi Organizarea Producţiei
- Van Leeuwen, G.; Klomp, L. (2006),** On the contribution of innovation to multi-factor productivity growth. *Economics of Innovation and New Technology*. 15, 367–390.
- Wegmuller, M., von der Weid J. P, Oberson, P. and Gisin, N. (2000),** High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR, *Proc. ECOC'00*, pp. 109-115.
- Woszczyzna, K. Z. (2021).** *Management Theory, Innovation, and Organisation A Model of Managerial Competencies*. Taylor & Francis
- Zhang, S., Zhu, C., Sin, J. K. and Mok, P. K. T. (2002),** A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT, *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 20, pp. 569–571.



Analysis of Key Performance Indicators Impact in a Company of Change Requests brought to Speed Sensors in the Automotive Industry in Order to Optimize the Manufacturing Process

Oana Bianca POP (UIFĂLEAN)^{1*},
Dorel Cristian UIFĂLEAN²,
Rozalia Manuela GABOR³

¹ George Emil Palade University of Medicine, Pharmacy, Sciences and Technology, str. Păcii, 72B, Târgu Mureș, 540117, România

² Mahle - Componente de Motor, str. Păcii, 72B, Târgu Mureș, 540117, România

³ George Emil Palade University of Medicine, Pharmacy, Sciences and Technology, Târgu Mureș, România

Abstract: Key performance indicators (KPIs/KPRs) made in a company with a field of activity in automotive allow for the gathering of knowledge and explore the best way to achieve the organisation's objectives. Many researchers have offered different ideas for determining KPIs either manually, semiautomatically or automatically applied on different fields. This paper focuses on providing a study of an approach to explore key performance indicators (KPI/KPR). This work presents explanations about the process organization, the selection path of KPI/KPR and a practical example of measuring KPI/KPR in production department with the meaning of providing an interesting image of how people work and analyze complex situations and design or react to their strategies.

Keywords: Performance indicators, Planning phase, Validation phase, Implementation phase

JEL Classification: O39

© 2021 Published by ACTA MARISIENSIS, SERIA OECONOMICA, Publisher University Press Târgu Mureș, issued on behalf of University of Medicine, Pharmacy, Sciences and Technology “George Emil Palade” from Târgu Mureș, Romania

* Corresponding author: Pop (Uifălean) Oana Bianca, 0746677990
e-mail: pop.oana-bianca.20@stud.umfst.ro

1. INTRODUCTION

Getting material goods as a result of sensor production process development is the main activity of the industrial enterprise.

Carry out activities for obtaining material goods involves possession of a set of raw material and materials which are also called work objects which are taken from nature and represent the result of other production activities. The processing material and raw materials together with working resources handled or supervised by human being become economic goods destined to achieve the consumption needs of the whole society (Breckling, 2010).

The purpose of this paper was to help optimize the way we work and inform all people involved in the process of requesting change, a simplified way to create indicators that always show us the status we are at.

In the production process are following activities:

- The manufacturing process of the sensors, this activity is performed through the industrial production process;

- Laboratory work, such as research and assimilation activities in the manufacture of the new products, activity direct related to manufacturing (Zhang, 2002).

In order for production process take place optimally, there are several factors which condition this process:

- The workforce through the conscious actions that people do;

- Capital defined by the means of labor;

- Natural processes that cannot be influenced (Wegmuller, 2000).

By making a technical-material report, the production process is defined as totality of technological process, work processes and natural processes that contribute at obtaining products, in this case wheel speed sensors or the execution of works and services that are the enterprise activity object.

The result we obtain is depending on the way people act over the works objects, in the production process we distinguish the following process types: work processes, technological processes and natural processes (Ungureanu).

The production activity is carried out through the production process, development of which is conditioned by various factors.

The desire and goal of each company is always to have the best methods of managing and carrying out the production process. In the production of sensors there is a constant flow of change requests that are made in order to optimize the production process. Changes are made to both the process and the product (Sorace, 1997).

2. DEFINING THE RESEARCH PROBLEM

Change requests are documents by which any internally hired person can make optimization changes to a product or process. A change request shall include a set of necessary data on the change to be made in the production process (The IEEE, 2002).

These change requests are created in a special system implemented for this change request process and which also presents the change request registration system. This system is called Change Management used to optimize the products and services offered (Shell, 2002).

The change request, in its process of creation and concretization, goes through certain phases, namely:

Preliminary phase. This is the phase where an associate starts an electronic request to change into the system. To create a change request, you need a process or product optimization idea, or a component change. Changes can be varied but are always related to the process or product. Once all the necessary information from the preliminary phase is filled in the system, it is sent directly to the Manager (Karnik, 1999). The manager will analyze the change request, and before approving it, he will appoint a person from the department who will be responsible for



following and coordinating the whole process until the change is implemented in the production system. The nominated person may be the same person who initiated the change request or it may be another person in the department (Padhye, 2004).

The manager is responsible for monitoring if the customer is affected by the change, whether all quality conditions are met after the change is implemented and whether the change involves costs (IEEE, 1997).

The planning phase. In this phase it is nominated a person who will handle the application, it will make sure it is completed correctly, it will be presented to a group of people who will carefully check the change request. These persons check all change requests before they are sent for approval to the nominees in each department involved. The person nominated to create the change request and who will follow up on the change will organize together with the project team all the activities necessary for the change to be feasible.

Processing and validation phase. In this phase the change was approved by all the people involved in the process. The necessary analyzes will be performed to test if the change is in the parameters, all measures will be documented so that all the documents that are necessary to implement the change are updated and available to all persons involved in the process.

Also in this phase, the person responsible for the change request has the possibility to modify the content of the request. Once the application has been submitted for final approval, its content cannot be changed. If it is necessary to change something in the content of the request, it has to return to a correction phase but after the completion will bring the application back for approval to all persons involved.

Because of this reason it is very important that the application is created correctly and it must contain all the necessary information and to be treated seriously especially by the responsible person. A correction phase for a change request is not desired because it can affect the production process, the coordination process or the customer (OECD, 2008).

Implementation phase. In this phase, it is checked carefully in the change application if the list of approvers contains all the persons involved in the process who must approve the application. It is checked the content of applications if it is correctly completed. It is checked whether the implementation date set by the person in charge of the application is correct, it can be exceeded but this will negatively influence the coordination process.

The implementation phase is the one in which the change that the request responsible wants to be implemented will actually appear in the production system used. In order for the change in the production system to be implemented, the change request must include a clear description of the changes. The description must be very well detailed, it must contain all the changes that will be made and where they will be reflected. If one of the above conditions is not met, the application risks being rejected and sent back to a correction phase (Migley, 2009) arte mari și la reclamații din partea clientului (Van, 2006).

It is very important that the implementation responsible, a person from Technical Documentation Department generally, checks all the requirements mentioned above because a wrong change in the system can negatively affect the production. This can lead to very high additional costs and customer complaints (Van, 2006).

Once the implementation is done in the production system it means that the change will physically appear in the production process.

The system is a very well designed and it helps to create change requests which bring a physical effect on the production process. These changes can affect both the product and the process, depending on the change that any indirect employee can make for optimization purposes (Lawson, 2001). For creating a change request in the system, you can choose one of the three options available. The choice of the optimal variant is made in the approval phase by the group responsible of the one who starts the change request (Schumpeter, 1939).

A change requests can follow one of the following flows:

- Standard;
- Simplified;
- Correction.

Depending on the chosen flow for creating applications, there are different criteria for completing and implementing them (Lauer, 2006).

The flow of change requests is large, and this requires statistical monitoring and continuous tracking of all optimization changes made by change requests created in the Optimization Change Management system. For this part of monitoring to become concrete, we decided to use the functions of generating performance indicators according to change requests phases (De Jong, 2003).

3. PRESENTING THE RESEARCH FINDINGS

Process or product change management offers the possibility to generate indicators that can help us to follow our internal change requests much more easily, and where is needed to define improvement measures [Woszczyna K.].

The indicators we can generate and monitor are the following:

Key performance indicator in planning phase (KPI 1), (Kiran)

The first stage of monitoring is performed in the planning phase of the change request. The planning phase means that the change request is to be submitted to the change request team that will assess the content.

This stage is the phase in which the request is already approved by the manager, the change is defined in the request and is presented to the change request team to know that a new change is coming and to be able to plan the activities involved in the new change.

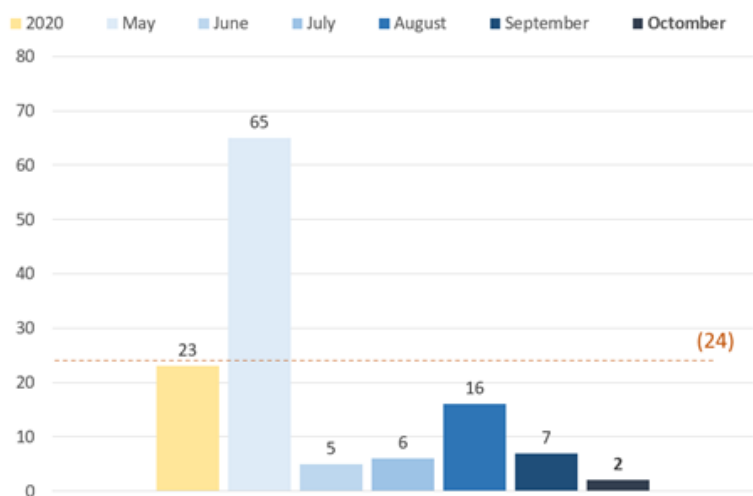
What does the performance indicator mean in the planning phase?

Monitoring change requests in the planning phase means that the change representative must meet an imposed target when this stage begins. This target is defined internally and represents the number of days from which the change request is approved by the team that verified it until the day this period ends.

For this phase in the present paper, the target was set, for the performance indicator in the planning phase, between 20 and 24 days.

This first indicator is further put into practice and the whole process that takes place after its generation is presented.

Figure no.1 – Key performance indicator in planning phase



Source: Intern from company



On vertical axis you can see the period, in days where the planning phase of change requests takes place. On the horizontal axis you can see how many days there are, on average for all change requests, for each month, but also an average for the previous year.

Data processing is done monthly through an internal company system that processes all change requests for each month and generates the graph above, calculating the average number of days in which the planning phase took place.

The formula of this indicator is based on certain factors: the date of the day when the change request is sent for approval to the specialized persons for verification of the request, the date we noted with n1 minus the date on which the approval process ended,

$$KPI 1 = n1 - m1:$$

Figure no.2 – Calculation Performance indicator in the planning phase

| KPI 1 | |
|--------------------|--|
| Name of Key Figure | Cycle Time of Team Review: Duration of the Team Review approvals |
| Scale Unit | [number of days] |
| Calculation | CT-TR (calendar days): Period of time of the Planning Phase from start to the end of the Team Review |
| IT-System | Export the data from the IT-Systems |

Source: Intern from company

The result obtained cannot exceed the number represented by the defined target.

The process of this indicator is influenced by certain factors, such as: the reason for the change, the documents required to bring the change, the products affected, the costs required to process the change.

To verify the source of the problem and to define some improvement measures, it was established in the internal process regular meetings between the local change coordinator and the people from each department involved in the change request.

The process for analyzing the source of the cause and identifying the measure is done using PDCA (Plan Do Check Act). PDCA (Mezzovico) method helps to organize and carry out management activities and is aimed to continuous improvement of the quality management system that company has.

These results represented by indicators are monthly generated and presented to the senior management by a nominee from the Technical Documentation department.

All these discussions are based on the request for change. Therefore, there is a strong emphasis on a change request to be created correctly and to contain all the necessary information when someone accesses it and wants to know more details.

By performing the first performance indicator, it is verified whether the change requests respect the period imposed in the planning phase and reflect a clear

annual overview and as well an evolution of the situation and it helps to continuously improve the process and discover the weaknesses that need to be removed and the strengths that are more emphasized.

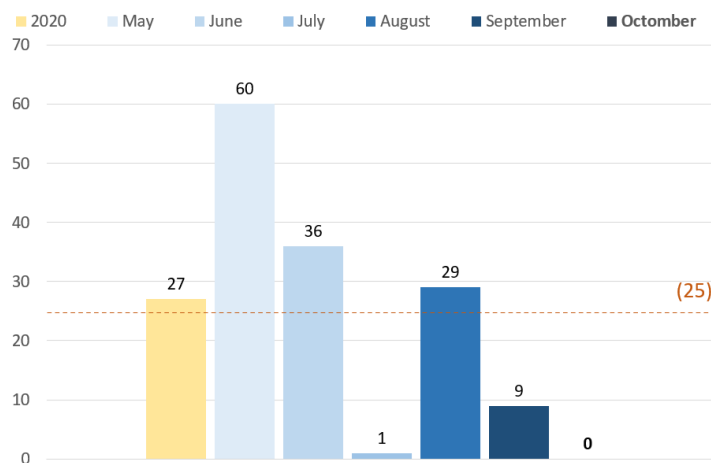
Key performance indicator in the validation phase (KPI 2)

The second indicator the system allows to be generated is the performance indicator in the validation phase. The principle of this indicator is the same as the performance indicator in the planning phase. It works in the same way but shows if the validation phase, this time fits in a certain number of days. The target is also set for each product and is approved by the manager.

What does the performance indicator mean in the validation phase?

After the planning phase is completed, the change request moves to the validation phase. At this stage, the Change Representative can make certain changes, if necessary. These adjustments are requested by the team who check the changes and change representative is responsible for making these changes. Once the change request is ready, change representative can send it for approval to the team set as approvers in the validation phase. The people who approve the change request at this stage are from departments involved in the change request process.

Figure no.3 – Performance indicator in the validation phase



Source: Intern from company

The data is processed monthly through an internal company system that processes all change requests for each month and generates the graph above, calculating the average number of days in which the validation phase took place.

To calculate this indicator is the same principle as for the first indicator: the date the change request begins the approval process by the departments concerned, marked with n2 minus the date on which the change request obtained the last approval, marked with m2

$$KPI2 = n2 - m2:$$

Figure no.4 – Calculation of the indicator in the planning phase

| KPI 2 | |
|--------------------|--|
| Name of Key Figure | Cycle Time of Final Review: Duration of Final Review approvals |
| Scale Unit | [number of days] |
| Calculation | CT-FR [calendar days]: Period of time of the Processing and Validation Phase from start to the end of the Final Review |
| IT-System | Export the data from the IT-Systems |

Source: Intern from company

The result we get after calculating this indicator must be less or equal than to the required target.

The presentation should be very simple, but with all the necessary information so that it can be easily understandable by anyone who wants to see the situation of change requests. At a national level, each location has defined targets for performance indicators (Jarratt, 2004).

Key performance in delivery phase (KPR), (Kiran)

There are three indicators that are followed. All are of major importance, but the most important of the three is the delivery or the indicator of implementation of changes in the production process. To be included in the target imposed on this indicator, the first two indicators must be respected.



If the delivery of the products with the new changes is done on time, it means that there is a satisfied customer. This is the most important reason why products and services have to be delivered on time (Tale-Yazdi).

What does it mean to implement change requests over time?

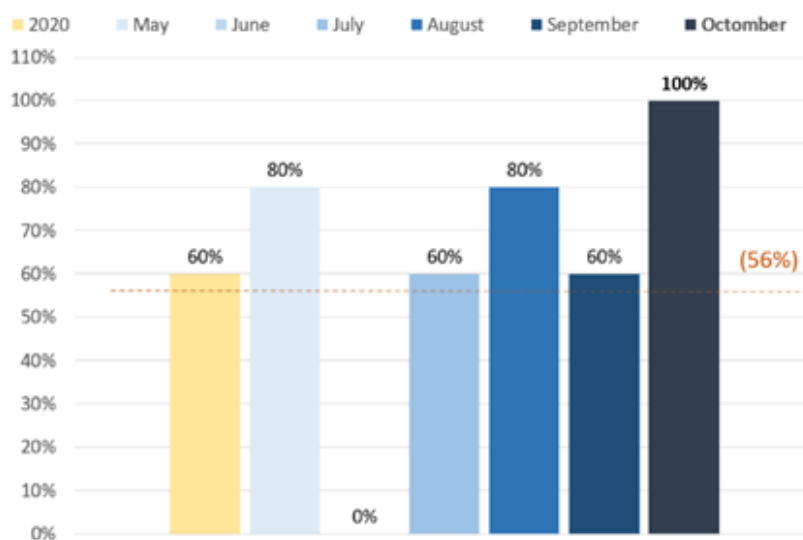
Implementation over time means that the change reaches the production process on the date written in the field in the change request. When a new change request arrives, specify the date when the production is to contain the new change. This date must consider all the steps that the application will take and all the additional activities that the responsible persons must do to be able to approve the application and to comply with the new change. Some activities may have a long duration and for this reason this implementation date must consider the duration of each activity (Jarratt, 2004).

What does the performance indicator mean in the delivery phase?

In the company it is important what is the percentage of delivery of products to the customer, what percentage of what is planned is delivered to the customer in a timeframe defined in the change request. For the record, a percentage was set for each product group, which represents the target that must be reached monthly in terms of implementation over time of changes in the production system.

The emphasis is placed on this indicator, so it seeks to be as high percentage of change requests, implemented in the production process.

Figure no.5 – Performance indicator in the delivery phase



Source: Intern from company

Data processing is done monthly through an internal company system that processes all change requests for each month and generates the graph above, calculating the percentage of implementation of change requests.

The formula of the indicator is:

$$KPR = (n3 / m3) * 100$$

n3 represents the date the first delivery is made

m3 is the date on which it was planned when the change request was created, to have the first delivery

The result is multiplied by 100 because this indicator is measured in percentages:

Figure no.6 – Calculation of the performance indicator in the delivery phase

| KPR 1 | |
|--------------------|---|
| Name of Key Figure | On Time Delivery: Changes implemented on time planned |
| Scale Unit | [%] |
| Calculation | (actual/plan) *100 (plan = Introduction date in the Planning Phase) |
| IT-System | Export the data from the IT-Systems |

Source: Intern from company

In progress of this indicator, factors influence our result are production planning and material availability.

For deviations, the change requests that have not been implemented in time will be analyzed and the causes will be identified, and measures will be taken to prevent this kind of failure. The same presentation will be made with the causes and measures to be taken.

4. CONCLUSIONS

The main results obtained are the up-to-date data where we can see what is the current situation of change requests in each phase of it.

A key aspect of engineering change management is the efficient management of engineering changes in the product development process. Thus, performance measurement criteria, such as performance indicators or key performance indicators, are often used in a variety of areas, either to reveal the performance deficit or to improve a particular process (Wright). However, in the field of engineering change management, the literature does not have a broad understanding of key performance indicators (Dragana) as well as its applications. This lack of performance indicators can be remedied by transferring available knowledge about performance indicators from other areas of research. Therefore, this paper presents an initial perspective on the research activities on performance measurements in different fields of research. Moreover, constraints in technical change management are identified for the application of KPIs to improve the overall management of technical changes. As a result, a performance level model for the application of performance values in engineering change management is described [Bahram H.].

We have also exemplified how to generate and present them, chosen after several attempts and how it can still withstand optimization changes.

The functions we discover and use constantly give us the opportunity to improve our work much faster and easier because we can always see exactly where the problem occurs that can interrupt or aggravate our process (Tarwiesch, 1999).

During this work, the obstacles we encountered were mostly related to cooperation, because for the analysis of the data it is necessary to cooperate with colleagues from the departments involved, and this is often an obstacle.

The decision to study and develop this part of performance indicators came from the idea that we need to find a way to track our work, to be able to analyze our solutions more easily and to always have a status of all requests for change. is developed and implemented on the production of wheel speed sensors.

This paper aims to provide a functional framework for defining knowledge content appropriate to the environment of development and implementation of changes and an outline for



a new level of approach and tracking of optimization changes, with increased emphasis in engineering (Lu).

Each organization always aims to create a simplified way of working and presenting all the factors that make up the work process. To put this process of performance indicators into practice, the stages of the process were precisely defined, the most important phases to be paid attention to at the time of their development were followed and thus the performance indicators were defined in the phases more important aspects of the process (Chapman).

For the future, I found it interesting to develop a thorough analysis of how to carry out a change request from its inception to implementation. This way it is easy to understand what are the hardest moments to overcome and you can see in detail what are the causes that can generate deviations from the process.

Bibliography:

A. Tale-Yazdi, N. Kattne1, L. Becerril, U. Lindemann: A Literature Review on Approaches for the Retrospective Utilisation of Data in Engineering Change Management

Bahram Hamraz, Nicholas H. M. Caldwell, P. John Clarkson: A Holistic Categorization Framework for Literature on Engineering Change Management

Breckling, J. (2010), The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, vol. 61.

Chris Chapman, School of Management, University of Southampton, Southampton S017 1B J, UK: Project risk analysis and management-PRAM the generic process

De Jong, J., & Vermeulen, P. (2003). Organizing successful new service development: A literature review. Management decision, 1(9), 844–858.

Dianne Waddell, Amrik S. Sohal: Resistance: a constructive tool for change management

Dragana Velimirovića, Milan Velimirovičb and Rade Stankovića: Role and importance of key performance indicators measurement

FLEXChip Signal Processor (MC68175/D), Motorola, 1996.

Hamel, G. (2000). Leading The Revolution. Harvard Business School Press. ISBN: 978-1-57-851189-1

I C Wright Engineering Design Institute, Loughborough University, Loughborough, Leicestershire, LE11 3TU, UK: A review of research into engineering change management: implications for product design

Inayat Ullaha, Dumbing Tanga, Leilei Yina: Engineering product and process design changes: A literature overview

IEEE, Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, Std. 802.11, (1997).

Jarratt TAW, Clarkson PJ, Eckert CM: Engineering change. In design process improvement: a review of current practice (Clarkson PJ and Eckert CM Eds.). Springer London, UK, 2004;

Karnik, A. (1999), Performance of TCP congestion control with rate feedback: TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP, M. Eng. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India.

Kiran S., Anamika, Anindya S. Chakrabarti, A. C., Sujoy C.: The Saga of KPR: Theoretical and Experimental developments

Lawson, B., Samson, D.A., (2001), Developing innovation capability in organisations: A dynamic capabilities approach, International Journal of Innovation Management, 5, 377-400

Mezzovico PDCA12-70 data sheet, Opto Speed SA

Migley, D. (2009), The Innovation Manual: Integrated Strategies and Practical Tools for Bringing Value Innovation to the Market, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Susse, England, ISBN 978-0-19-926455-1

Mohammed Badawy, A.A. Abd El-Aziz, Amira M. Idress, Hesham Hefny, Shrouk Hossam: A survey on exploring key performance indicators

- OECD.** Tourism in OECD Countries 2008: Trends and Policies; OECD Publishing: Paris, France.
- Padhye, J., Firoiu, V. and Towsley, D.** (2004). A stochastic model of TCP Reno congestion avoidance and control, Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. Rep. 99-02.
- Roger Gill:** Change management--or change leadership
- Sorace, R. E., Reinhardt, V. S. and Vaughn, S. A.** (1997), High-speed digital-to-RF converter, U.S. Patent 5 668 842.
- Schumpeter, J.A.,** (1939), Business Cycles – A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. McGraw-Hill Book Company, New York
- S. C-Y. Lu, W. Elmaraghy, G. Schuh, R. Wilhelm,** USA: SCIENTIFIC FOUNDATION OF COLLABORATIVE ENGINEERING
- Shell. M.** (2002) IEEEtran homepage on CTAN. [Online]. Available: <http://www.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/supported/IEEEtran/>
- T. A. W. Jarratt , C. M. Eckert, N. H. M. Caldwell, P. J. Clarkson:** Engineering change: an overview and perspective on the literature
- Terwiesch C, Loch CH.:** Managing the process of engineering change orders: the case of the climate control system in automobile development. J Prod Innov Manag 1999;
- The IEEE website** (2002). [Online]. Available: <http://www.ieee.org/>
- Thomas Lauer:** Change Management, Fundamentals and Success Factors
- Ungureanu Marin:** Planificarea Şi Organizarea Producţiei
- Van Leeuwen, G.; Klomp, L.** (2006), On the contribution of innovation to multi-factor productivity growth. Economics of Innovation and New Technology. 15, 367–390.
- Wegmuller, M., von der Weid J. P, Oberson, P. and Gisin, N.** (2000), High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR, Proc. ECOC'00, pp. 109-115.
- Woszczyna, K. Z.** (2021). Management Theory, Innovation, and Organisation A Model of Managerial Competencies. Taylor & Francis
- Zhang, S., Zhu, C., Sin, J. K. and Mok, P. K. T.** (2002), A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT, IEEE Electron Device Lett., vol. 20, pp. 569–571.