



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMFOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

OIPOSDRU



Universitatea
"POLITEHNICA"
din Timișoara

UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA

Școala Doctorală de Studii Inginerești

Ing. Daniel TIUC

CONTRIBUȚII PRIVIND MANAGEMENTUL CALITĂȚII PROIECTULUI ÎN INDUSTRIA AUTOMOTIVE

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea Politehnica Timișoara
în domeniul INGINERIE INDUSTRIALĂ

Conducător științific:
Prof. univ. em. dr. ing. George DRĂGHICI

2016

CUPRINS

(extenso)

CUPRINS	5
NOTAȚII, ABREVIERI, ACRONIME	7
LISTA DE TABELE	8
LISTA DE FIGURI	9
1. INTRODUCERE GENERALĂ	15
1.1 Justificarea temei de cercetare	15
1.2 Obiectivul și metodologia de cercetare	17
1.3 Structura tezei	18
2. SINTEZA CUNOAȘTERII PRIVIND MANAGEMENTUL PROIECTULUI DE DEZVOLTARE A PRODUSULUI	20
2.1 Introducere.....	20
2.2 Managementul proiectului după PMBOK Guide	22
2.3 Managementul proiectului după PRINCE2.....	27
2.4 Managementul proiectului după IPMA.....	34
2.5 Concluzii și obiective de cercetare.....	38
2.5.1 Concluziile studiului	38
2.5.2 Obiectivele cercetării	39
3. CONTRIBUȚII PRIVIND EVALUAREA CERINȚELOR SPECIFICE DE CALITATE	41
3.1 Introducere.....	41
3.2 Adaptarea metodei QFD la ciclul de viață al proiectului	41
3.2.1 Metoda QFD	41
3.2.2 Faza de planificare a cerințelor.....	44
3.2.3 Faza de dezvoltare a produsului	47
3.2.4 Faza de fabricație a produsului.....	49
3.2.5 Faza de planificare, asigurare și control a calității	51
3.3 Adaptarea metodei TRIZ la ciclul de viață al proiectului	55
3.3.1 Metoda TRIZ.....	55
3.3.2 Rezolvarea contradicțiilor	56
3.3.3 Analiza funcției și analiza substanță-câmp	58
3.3.4 Soluții standard de rezolvare	60
3.4 Integrarea QFD-TRIZ în ciclul de viață al proiectului.....	61
3.5 Concluzii.....	66
4. CONTRIBUȚII PRIVIND ANALIZA RISCURILOR	68
4.1 Introducere.....	68
4.2 Abordarea generică a metodei FMEA	69
4.2.1 Metoda FMEA în ciclul de viață al produsului	69
4.2.2 Abordarea VDA	71
4.2.3 Abordarea AIAG	72
4.3 Tipuri de FMEA	73
4.3.1 FMEA de Sistem	73
4.3.2 FMEA de Produs	75
4.3.3 FMEA de Proces	78

4.4	Integrarea cerințelor specifice în FMEA	79
4.5	Procesul de analiză a riscurilor	86
4.5.1	Riscurile unui proiect și managementul lor.....	86
4.5.2	Identificarea și prioritizarea riscurilor	93
4.5.3	Evaluarea riscurilor.....	94
4.5.4	Reducerea și validarea riscurilor.....	97
4.6	Studiu de caz	104
4.7	Concluzii.....	121
5.	CONTRIBUȚII PRIVIND VALIDAREA ACȚIUNILOR CORECTIVE ÎN URMA RECLAMAȚIILOR DE CALITATE	123
5.1	Introducere.....	123
5.2	Managementul reclamațiilor și procesul de analiză a problemelor de calitate	124
5.3	Instrumente de analiză și rezolvare a problemelor de calitate.....	129
5.3.1	Diferite abordări privind instrumentele calității	129
5.3.2	Selectarea instrumentelor calității	136
5.4	Rezolvarea problemelor în industria automotive	145
5.5	Modelul de validare a acțiunilor corective.....	150
5.6	Studiu de caz	155
5.7	Concluzii.....	157
6.	CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PERSPECTIVE DE CERCETARE	158
6.1	Concluzii finale	158
6.2	Contribuții personale.....	161
6.3	Perspectivă de cercetare.....	162
	BIBLIOGRAFIE	164

Rezumat

Contextul actual de dezvoltare al produselor impune obiective foarte precise: termene de lansare scurte, costuri de dezvoltare și producție reduse și asigurarea unui nivel ridicat al calității, siguranței și securității produselor. Odată cu trecerea timpului, proiectele au devenit din ce în ce mai complexe, datorită strategiei constructorilor de automobile de a reduce numărul de arhitecturi și de a crește numărul de modele și opțiuni. Ca rezultat la această tendință, componentele realizate de furnizori sunt comune, ușor de configurat și adaptat la diversele cerințe ale clienților, permițând o producție de masă personalizată (*mass customization/individualization*). Aceasta duce însă la creșterea conținutului de componente electronice și software în automobile, ceea ce face ca proiectele să fie mai complicate și mai complexe în procesul de dezvoltare și producție.

Problema generală care justifică abordarea temei de cercetare se referă la calitatea proiectelor de dezvoltare de produs.

Din problema generală au fost identificate câteva probleme secundare, care au un impact negativ asupra calității, costului și a timpului, și care necesită:

- evaluarea cerințelor de calitate;
- analiza riscurilor în faza de concept a produsului;
- tratarea reclamațiilor de la client sau rezolvarea problemelor interne cu metode îmbunătățite în analizarea problemelor.

În urma identificării problemei (problem forming) este propus obiectivul principal și obiectivele secundare, care vor conduce la rezolvarea problemei (problem solving).

Obiectivul principal al tezei de doctorat îl constituie analiza și rezolvarea unor probleme actuale și extrem de sensibile legate de calitatea unui proiect de dezvoltare de produs, în vederea îmbunătățirii acesteia.

Obiectivele secundare, care derivă din acest obiectiv principal, sunt:

- eficientizarea și îmbunătățirea analizei cerințelor de calitate;
- îmbunătățirea analizei riscurilor în faza de concept a produsului;
- îmbunătățirea acțiunilor corective în cazul reclamațiilor de calitate.

Metodologia de cercetare propusă se bazează pe demersul folosit în Teoria de Rezolvare a Problemelor Inventive (Teoriya Reshenija Izobretateliskih Zadatch - TRIZ). Pornind de la demersul general de concepție (problem forming - problem solving), demersul de rezolvare a problemei, adaptat după procesul de conceptualizare în TRIZ, cuprinde următoarele etape: identificarea problemei specifice, formularea problemei generice, dezvoltarea de concepte generice, evaluarea (interpretarea soluțiilor generice) și implementarea (găsirea soluției specifice). Demersul se pretează foarte bine, având în vedere aplicarea cercetării în industria automotive, pentru rezolvarea problemelor de calitate și pentru satisfacerea cerințelor clientului. Metodologia propusă în dezvoltarea proiectului face apel la TRIZ în combinație cu alte metode și mijloace.

Obiectivele secundare ale cercetării sunt problemele specifice și ele constituie direcțiile de cercetare abordate în principalele capitole ale tezei de doctorat.

Pentru rezolvarea problemei specifice primului obiectiv secundar se propune o abordare bazată pe anticipare în ceea ce privește analiza cerințelor clientului, concentrarea fiind pe cerințele de calitate; problema este abordată din perspectiva de a reduce timpul de analiză al cerințelor (în mod special al celor de calitate) prin crearea unui model nou, folosind TRIZ în combinație cu alte metode de analiză a cerințelor (e.g. QFD – Quality Function Deployment).

Pentru rezolvarea problemei specifice celui de-al doilea obiectiv secundar se folosește FMEA de produs în combinație cu TRIZ, din care rezultă un model nou de evaluare a riscurilor.

Pentru rezolvarea problemei specifice celui de-al treilea obiectiv secundar este abordat modul de tratare al reclamațiilor. În acest scop sunt evaluate metodologiile actuale, este definit un set de instrumente de bază folosite în rezolvarea problemelor de calitate, care sunt combinate cu TRIZ. Tot aici este propusă trecerea de la modelul clasic la modelul modern sau trecerea la prevenție și detecție la anticipare sau de la posibile cauze ale problemei la contradicții tehnice ferme ale problemei.

Teza de doctorat este structurată în șase capitole.

În **capitolul 1** (5 pag.), **INTRODUCERE GENERALĂ**, se prezintă problematica și obiectivele cercetării, metodologia adoptată și structura tezei. Rezultă oportunitatea și importanța cercetării, care vizează rezolvarea problemelor de calitate care apar în diferite faze de dezvoltare a proiectului și de lansare a producției.

În **capitolul 2** (21 pag.) se realizează **SINTEZA CUNOAȘTERII PRIVIND MANAGEMENTUL PROIECTULUI DE DEZVOLTARE A PRODUSULUI**.

După prezentarea noțiunilor de bază, se face o analiză a managementului proiectului de dezvoltare a produsului, cu referire la cele mai uzuale procese, metodologii folosite, tipuri de management, scopul fiind de identificare a problemelor care să constituie obiective de cercetare.

Sunt studiate și analizate cele trei abordări actuale ale managementului de proiect: (1) PMBOK Guide realizat de PMI (Project Management Institute); (2) PRINCE2 (PROjects In a Controlled Environment) dezvoltat de Central Computer and Telecommunications Agency din Marea Britanie; (3) IPMA (International Project Management Association). Concluziile studiului sunt:

- PMBOK se referă la o structură generică a ciclului de viață al proiectului și prezintă o interacțiune a domeniilor, fiind definite foarte clar ariile de cunoștințe și grupurile procesului de management de proiect, dar este destul de greu de folosit în proiectele mici, depinde foarte mult de aria de aplicabilitate și de alte constrângeri specifice ale proiectului;
- PRINCE2 este o abordare bazată pe proces, în care sunt abordate nu numai domeniile de cunoștințe, ci și teme ale managementului de proiect, însă tratează destul de sumar managementul calității, fiind propus doar aspectul legat de planificarea și controlul calității;
- IPMA se concentrează pe elemente de competență contextuale, comportamentale și tehnice, calitatea nu este structurată într-un proces, descrierea și informațiile fiind destul de slab documentate

Pe baza studiului efectuat s-a stabilit ca obiectiv principal al cercetărilor: analiza și rezolvarea unor probleme actuale și extrem de sensibile legate de calitatea unui proiect de dezvoltare de produs, în vederea îmbunătățirii acesteia. Derivat din acest obiectiv principal au fost definite trei obiective secundare ale cercetării, care sunt problemele specifice și constituie direcțiile de cercetare abordate în următoarele capitole ale tezei de doctorat, legate de triumphiul problemă: cerințe-riscuri-reclamații.

În **capitolul 3** (27 pag.), **CONTRIBUȚII PRIVIND EVALUAREA CERINȚELOR SPECIFICE DE CALITATE**, se abordează prima problemă din cadrul cercetării, și anume evaluarea cerințelor specifice de calitate, urmărindu-se atingerea primului obiectiv secundar: eficientizarea și îmbunătățirea analizei cerințelor de calitate. Pentru aceasta se propune folosirea metodei QFD (Quality Function Deployment – Desfășurarea Funcției Calitate), integrată cu metodologia

TRIZ (Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadach - Teoria de Rezolvare a Problemelor Inventive), parcurgându-se următoarele etape:

- adaptarea metodei QFD la ciclul de viață al proiectului;
- adaptarea metodei TRIZ la ciclul de viață al proiectului;
- integrarea QFD și TRIZ pentru analiza cerințelor specifice de calitate, generarea unui model aplicabil în faza de dezvoltare a produsului și monitorizat în faza de producție.

Validarea modelului propus s-a făcut prin simularea pe un produs aflat în faza de dezvoltare. Pentru analiza cerințelor s-a folosit un nou format, în care se găsesc elemente de QFD și TRIZ.

Capitolul 4 (55 pag.), **CONTRIBUȚII PRIVIND ANALIZA RISCURILOR**, este axat pe cel de-al doilea obiectiv secundar al cercetării: îmbunătățirea analizei riscurilor în faza de concept a produsului.

Până în prezent nu s-a abordat analiza efectelor interacțiunii componentelor și evaluarea riscurilor compuse în sistem, datorită faptului că metodologiile actuale nu sunt destul de robuste în acest sens. De aceea, se propune o metodologie bazată pe FMEA combinată cu TRIZ, într-o formă simplificată, care să ajute la identificarea, evaluarea, reducerea și validarea riscurilor compuse din interacțiunea componentelor, fiind luate în considerare următoarele elemente:

- abordarea generică a FMEA și în raport cu direcțiile din industria automotive;
- analiza celor trei tipuri de FMEA: FMEA de Produs (Design), FMEA de Proces și FMEA de Sistem;
- integrarea cerințelor specifice de client în FMEA;
- integrarea în baza de Lessons Learned și rezolvarea problemelor de calitate folosind TRIZ pentru validarea acțiunilor.

Validarea metodologiei propuse s-a făcut prin simulare în cadrul unui proiect aflat în dezvoltare, pe același produs ca și în cap. 3, dar cu D-FMEA completă, fiind folosite părți din ea pentru validarea posibilității de integrare a metodologiei TRIZ la următoarele generații de produs. Noul model de aplicare a metodei TRIZ este realizat într-un software dedicat sau în format Excel pentru D-FMEA.

În cadrul **capitolului 5** (35 pag.) se prezintă **CONTRIBUȚII PRIVIND VALIDAREA ACȚIUNILOR CORECTIVE ÎN URMA RECLAMAȚIILOR DE CALITATE**.

Obiectivul propus este de a aduce îmbunătățiri procesului de analiză a reclamațiilor de calitate, prin reducerea timpului de analiză și validarea tehnică anticipată a acțiunilor corective, înainte de implementarea lor. Pentru îndeplinirea celui de-al treilea obiectiv secundar al cercetării a fost abordat managementul reclamațiilor.

Procesul de analiză a fost arătat în diagrama flux, în cazul unei reclamații, apoi într-un exemplu de timp de răspuns în cazul unei reclamații la OEM. Au fost recenzate instrumentele și mijloacele de analiză și rezolvare a problemelor de calitate, fiind selectat și propus un set de instrumente de bază recomandate pentru rezolvarea problemelor și identificarea cauzei rădăcină, care cuprinde: Brainstorming, 5 Why (5 de ce), diagrama cauze-efect (Ishikawa), analiza Pareto, FTA (Fault Tree Analysis), TRIZ (Teoria Rezolvării Problemelor Inventive), DoE (Design of Experiments). Un alt aspect studiat a fost legat de problemele actuale de calitate pe care le au marii constructori de automobile. Au fost cercetate și propuse pentru analiză mai multe studii de piață, care certifică faptul că în momentul de față este nevoie de schimbări majore în abordarea rezolvării și anticipării problemelor de calitate.

Modelul propus pentru validarea acțiunilor corective înainte de

implementare demonstrează avantajele aplicării TRIZ în procesul de reclamații. Studiul de caz se referă la același produs aflat în dezvoltare exemplificat în cap. 3 și 4.

În **capitolul 6** (6 pag.) sunt sintetizate **CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PERSPECTIVE DE CERCETARE**. Se prezintă avantajele folosirii noilor modele și modul lor de aplicare în proiecte. Tot în acest capitol sunt prezentate contribuțiile personale ale autorului și sunt propuse noi direcții de cercetare.

Concluziile menționează că cercetarea s-a finalizat prin elaborarea de modele noi în managementul calității proiectului și aplicarea conceptelor noi în dezvoltarea de proiecte din cadrul unei companii din industria automotive.

Se consideră astfel că obiectivul principal al cercetării, de a îmbunătăți calitatea proiectelor de dezvoltare de produs, și obiectivele secundare, de îmbunătățirea metodelor folosite în diferite faze ale proiectului, eficientizarea și îmbunătățirea analizei cerințelor de calitate, îmbunătățirea analizei riscurilor în faza de concept a produsului, respectiv îmbunătățirea acțiunilor corective în cazul reclamațiilor de calitate, au fost îndeplinite.

Contribuțiile personale în domeniul managementului calității proiectului în industria automotive sunt structurate în trei părți, relevante fiind următoarele:

1. Analiza stadiului actual al cercetărilor:

- Sinteza cunoașterii privind managementul proiectului de dezvoltare de produs;
- Sinteza cercetărilor referitoare la managementul de proiect prin abordarea celor mai importante curente prezente în industria de automotive;
- Analiza metodologiilor actuale aplicate în diverse etape ale proiectului.

2. Contribuții teoretice:

- Adaptarea procesului de conceptualizare TRIZ la rezolvarea problemelor identificate și abordate în cadrul temei de cercetare;
- Propunerea de noi modele ale calității;
- Propunerea unui model de analiză al cerințelor prin combinarea QFD cu TRIZ;
- Propunerea unei matrice de analiză a riscurilor din punct de vedere al impactului versus probabilitate;
- Dezvoltarea unui concept nou de analiza riscurilor, denumit RA-IS (Risk Assessment-Inovative Solution), care integrează D-FMEA și TRIZ, fiind definite cauze, moduri de defectare și efecte standard prin alocare de parametri tehnici, în acest fel fiind eliminate denumirile generice folosite în proiecte;
- Propunerea unui concept de rezolvare a problemelor bazat pe prevenție și detecție, la modelul bazat pe anticipare.

3. Contribuții aplicative:

- Punerea în evidență a principiilor de calitate care converg spre obiectivul propus și care evidențiază mai clar, mai structurat, elemente de calitate cu competențe și elemente de asigurare a calității;
- Punerea în evidență a celor mai uzuale tipuri de FMEA dezvoltate în timpul proiectului;
- Propunerea unui format clasic de FMEA (format tabelar) în care este inclus TRIZ;
- Analize de risc efectuate cu FMEA (D-FMEA) în diverse proiecte;
- Validarea acțiunilor din D-FMEA cu TRIZ;

- Stabilirea legăturii între cerințe-riscuri-reclamații, pentru a determina modul de definire a unui nou concept la fiecare element;
- Folosirea 8D-Report combinat cu TRIZ și introducerea unui nou pas (între pasul D4 - cauza rădăcină și pasul D5 - acțiuni corective) de validare a contradicției, înainte de implementare;
- Realizarea D-FMEA folosind software APIS IQ-RM, la produse aflate în faza de dezvoltare;
- Implementarea parametrilor care cauzează conflicte în software APIS IQ-RM și aplicarea în proiecte.

BIBLIOGRAFIA citată în cadrul lucrării cuprinde 180 titluri.