

METODOLOGIE BAZATĂ PE WEB PENTRU MANAGEMENTUL PROIECTELOR FMEA

WEB-BASED METHODOLOGY FOR THE MANAGEMENT OF FMEA PROJECTS

Bogdan - Sorin NEAGOE, Ionel MARTINESCU

Transilvania University of Braşov, Romania

Rezumat. Analiza Modurilor de Defectare și a Efectelor Defectărilor (FMEA) reprezintă o tehnică de management a fiabilității și securității sistemelor, produselor și proceselor, cu ajutorul căreia sunt identificate problemele cele mai importante ce pot conduce la defectarea acestora și găsirea soluțiilor necesare pentru reducerea riscurilor asociate. Scopul acestei lucrări este prezentarea unei metodologii noi ce utilizează internetul pentru dezvoltarea și managementul proiectelor FMEA. Pe baza acestei metodologii a fost dezvoltată o aplicație software ce va fi prezentată ulterior în cadrul unei alte lucrări.

Cuvinte cheie: FMEA, managementul proiectelor, internet, sisteme de stocare cloud, bază de cunoștințe

1. Introducere

Analiza Modurilor de Defectare și a Efectelor Defectărilor face parte din metodele inductive de evaluare a fiabilității și securității sistemelor. Scopul acesteia este de a identifica modurile de defectare cunoscute sau potențiale utilizând cunoștințele și experiența unei echipe interdisciplinare ce aplică metoda Brainstorming. Pentru fiecare mod de defectare identificat (cunoscut sau potențial) sunt evaluați trei factori, Severitate (S), Apariție (O) și Detecție (D), utilizând scale corespunzătoare. Pe baza acestora este determinat indicele de risc RPN, ca produs al celor trei indici de risc [1]. În funcție de valorile RPN și alți factori calitativi (valorile ridicate ale S și O) sunt stabilite problemele cele mai importante, pentru care sunt considerate măsuri corective cu rolul reducerii riscurilor la valori considerate acceptabile.

Aplicată inițial în industria aerospațială, FMEA a fost adaptată la nivel global în diverse industrii și este inclusă în numeroase standarde și manuale de referință, precum cele din industria fabricației componentelor auto [2].

Cu toate că prezintă mai multe avantaje, în special privind reducerea costurilor și a timpului de fabricație, creșterea calității produselor și a competitivității și imaginii companiei, există anumite aspecte privind FMEA ce pot fi îmbunătățite.

Abstract. The Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) is a technique for the management of the reliability and security of systems, products and processes that helps to identify the most important problems that can lead to their failure and find the necessary solutions for the reduction of the associated risks. The purpose of this paper is to present a new methodology that uses the internet for the development and management of FMEA projects. Based on this methodology was developed a Software application that will be presented in the future in another paper.

Key words: FMEA, project management, internet, cloud storage, knowledge base

1. Introduction

The Failure Mode and Effects Analysis is one of the inductive methods used for the evaluation of system reliability and security. The purpose of the method is to identify the known and potential failure modes using the knowledge and experience of a cross-functional team that uses the Brainstorming technique. For each failure mode that is identified (known or potential), three factors are evaluated: the Severity (S), the Occurrence (O) and the Detection (D), using appropriate scales. Based on these, the risk index RPN is determined, as the product of the three risk indexes [1]. Based on the RPN values and other qualitative factors (high values for S and O) the most important concerns are established, for which corrective measures are considered with the purpose of reducing the risks to acceptable levels.

Applied initially in the aerospace industry, FMEA has been adapted globally to various industries and is included in many standards and reference manuals, such as in the automotive industry [2].

Even though it provides several benefits, especially regarding the reduction of manufacturing costs and times, the improvement of product quality and the company's competitiveness and image, there are several aspects regarding the FMEA that can be improved upon.

În cadrul unui studiu efectuat anterior privind stadiul actual al cercetărilor din domeniu [3], autorul acestei lucrări a determinat o serie de direcții de cercetare/îmbunătățire cu privire la metodologia și aplicarea FMEA, printre care pot fi menționate:

- implementarea unor modificări asupra metodologiei de evaluare a riscurilor, care să includă costurile asociate apariției modurilor de defectare;
- integrarea unui sistem de management al cunoștințelor care să permită utilizarea informațiilor și rezultatelor provenite din proiectele FMEA pentru alte proiecte noi;
- utilizarea resurselor de stocare și comunicare oferite de internet pentru a îmbunătăți activitățile efectuate de echipa FMEA și managementul informațiilor rezultate din aceasta.

Pe baza concluziilor acestui studiu a fost concepută o soluție inovativă software de management a proiectelor FMEA, iar în continuare va fi prezentată metodologia ce este utilizată pentru punerea în aplicare a acestui sistem.

2. Despre proiectele FMEA

2.1. Procesul FMEA

Cele mai bune rezultate ale FMEA sunt obținute atunci când este aplicată în fazele incipiente de dezvoltare a conceptului de sistem, produs sau proces.

Indiferent de standardele utilizate pentru FMEA, există o serie de caracteristici comune privind procesul de analiză, și anume:

- 1) Definirea scopului și a limitelor de analiză;
- 2) Alcătuirea echipei FMEA corespunzătoare;
- 3) Brainstorming-ul modurilor de defectare, efectelor, cauzelor și mijloacelor de control;
- 4) Evaluarea riscurilor pe baza indicelui de risc RPN;
- 5) Identificarea acțiunilor corective și reevaluarea riscurilor.

Procesul FMEA este unul continuu, ce trebuie actualizat de fiecare dată când intervin modificări asupra sistemului, produsului sau procesului.

2.2. Rezultatele FMEA

Procesul FMEA este documentat sub forma unei foi FMEA care include un antet cu detalii privind proiectul (tipul de analiză, nivelul de aplicare, echipa, date relevante) și un tabel conținând pașii procesului de analiză (figura 1). În urma analizei rezultă o serie de informații privind modurile de defectare, caracteristicile lor și acțiunile posibile pentru reducerea sau eliminarea riscurilor asociate acestora.

In a previous study regarding the state of the art in this field [3], the author of this paper established a series of future research directions/improvements regarding the methodology and application of the FMEA, among which we can mention:

- the implementation of modifications on the risk assessment methodology, in order to include the costs associated to the occurrence of failure modes;
- the integration of a knowledge management system to allow the use of information and results of previous FMEAs for new projects;
- the use of storage and communication resources provided by the internet, to improve the activities of the FMEA team and the management of information resulting from it.

Based on the conclusions of this study, an innovative software solution for the FMEA projects was developed, and below we will present the methodology that is used for the implementation of this system.

2. About FMEA projects

2.1. The FMEA process

The best results of an FMEA are obtained when it is applied in the beginning stages of development of the concept for the system, product or process.

Regardless of the standard used for the FMEA, there are a series of common characteristics of the analysis process, such as:

- 1) The definition of the objectives and limits of analysis;
- 2) The composition of the appropriate FMEA team;
- 3) The evaluation of risks based on the risk priority number RPN;
- 4) The identification of corrective actions and risk re-evaluation.

The FMEA process is a continuous one, which has to be updated each time modifications of the system, product or process are applied.

2.2. FMEA results

The FMEA process is documented as an FMEA sheet which includes a header with details regarding the project (type of analysis, level of application, team, important dates) and a table containing the process steps (figure 1). Following the analysis result a series of information about failure modes, their characteristics and possible actions for the mitigation or elimination of their associated risks.

Mai multe studii, printre care și [4] recomandă utilizarea bazelor de cunoștințe pentru structurarea acestor informații și posibilitatea de acces și utilizare ulterioară.

2.3. Software de management FMEA

Datorită specificului metodologiei, o situație des întâlnită este utilizarea aplicațiilor de calcul tabelar precum Microsoft Excel pentru documentarea FMEA. Aceasta abordare conduce în general la dificultăți privind managementul și accesul la documentele realizate în lipsa suportului oferit de un sistem de management. Există o serie de aplicații comerciale precum Reliasoft Xfmea [5] care facilitează procesul de dezvoltare și management al proiectelor FMEA: suport pentru mai multe standarde, acces multiplu al utilizatorilor, urmărirea efectuării acțiunilor recomandate, raportare și integrare alături de alte instrumente ale ingineriei fiabilității. Cu toate acestea, asemenea soluții implică costuri mari de implementare și pot fi greu accesibile societăților cu resurse financiare limitate.

În continuare va fi prezentată o soluție nouă de management a proiectelor FMEA, ca alternativă pentru aceste programe și care include câteva elemente de noutate.

Several studies, among which [4] recommend the use of knowledge bases for structuring the information and the possibility of access and later use.

2.2. FMEA management software

Due to the specifics of the methodology, a common practice is to use spreadsheet software such as Microsoft Excel to document the FMEA. This approach generally leads to difficulties regarding the management and access to the existing documents, without the support of a management system. There are several commercial applications such as Reliasoft Xfmea [5] which facilitate the development and management process of FMEA projects: support for several standards, multiple user access, monitoring of recommended actions, reporting and integration with other instruments of reliability engineering. However, such solutions require high implementation costs and may be hard to access for companies with limited financial resources.

In the following section we will describe a new solution for the management of FMEA projects, as an alternative to these programs and that includes a few novelty elements.

| FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|------------------------|---------------------------|--------------|----------------|--------------------------|-----------------|----------|-----------|---------------|-----|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|----------|------------|-----------|-----|
| System | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Subsystem | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Component | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Model: Item name | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Core team: Membre A, Membre B, Membre C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Project responsible: Organization, department, responsible group | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FMEA Number: Project code | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prepared by: Name of the person that prepared the project | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FMEA Date (Orig.): Initial date Revision date (Rev.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nr. | Element/Function | Potential failure mode | Potential failure effects | Severity (S) | Classification | Potential failure causes | Current Control | | | | RPN | Recommended action(s) | Responsibility and target date | Action results | | | | |
| | | | | | | | Prevention | Occ. (O) | Detection | Detection (D) | | | | Action taken/Completion date | Severity | Occurrence | Detection | RPN |
| 1 | | | | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | | | | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | | | | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figura 1. Exemplu de document FMEA

Figure 1. Example of FMEA sheet

3. Metodologie bazată pe Web pentru managementul FMEA

3.1. Caracteristici generale ale soluției propuse

Cele mai importante caracteristici ale aplicației care au fost stabilite pentru a îmbunătăți procesul de management FMEA sunt:

1. Aplicație bazată pe web (internetul ca mijloc principal de comunicare);
2. Integrarea unei baze de cunoștințe care să permită accesul rapid și eficient la informațiile necesare pentru dezvoltarea unor proiecte noi;
3. Posibilitatea colaborării interactive la distanță între membrii echipei FMEA;

3. Web-based methodology for FMEA management

3.1. General features of the proposed application

The most important features of the application that were established for the improvement of the FMEA management process are:

1. Web-based software (internet used as main communication way);
2. The integration of a knowledge base which allows fast and efficient access to the information necessary for the development of new projects;
3. Possibility of interactive remote communication between FMEA team members;

4. Adaptabilitate privind standardele utilizate;
5. Generarea automată a histogramelor specifice FMEA și alte statistici referitoare la proiecte;
6. Suport pentru mai multe limbi de circulație internațională.

Pornind de la aceste caracteristici a fost efectuată o analiză a variantelor tehnice de implementare a funcțiilor cerute, utilizând o serie de criterii pentru stabilirea soluției optime.

3.2. Soluții tehnice utilizate

Analiza multicriterială a luat în considerare două variante ale căror avantaje și dezavantaje sunt cuprinse în cadrul tabelului 1.

Variante:

- A. Aplicație bazată pe VBA Microsoft Excel, compusă din trei module, ce utilizează sistemul Microsoft Skydrive ca mediu de interacțiune web;
- B. Aplicație web de tip server-side ce rulează pe serverul APACHE și include o bază de date MySQL, programată în mediul de programare PHP, cu un design realizat în HTML (un model similar poate fi regăsit în literatura de specialitate [6]).

4. Adaptability to different standards;
5. Automatic generation of FMEA specific histograms and other project statistics;
6. Support for several international languages.

Based on these characteristics was performed an analysis of technical variants for implementation of the required functions, using a series of criteria for establishing the optimal solution.

3.2. Technical solutions that were used

The multi-criteria analysis considered two variants, whose strong points and drawbacks are presented in table 1.

Variants:

- A. Software based on VBA Microsoft Excel, composed of three modules, that uses the Microsoft Skydrive systems as web interaction media;
- B. Server-side web application that runs on the APACHE server and includes a MySQL database, programmed in PHP, with a HTML design (a similar model can be found in the literature [6]).

Tabelul 1. Analiză comparativă a soluțiilor considerate
Table 1. Comparative analysis of the considered solutions

| VAR. A: VBA Excel + SkyDrive | VAR. B: HTML + MySQL |
|---|--|
| Strong points | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Versatility - Implementation costs - Development time - Level of knowledge necessary for development and use - Suitable development options for the required characteristics - Automatic backup and security options | <ul style="list-style-type: none"> - Standardization - Performance - Support for multiple platforms - Independent of other software - Difficulty of implementation of certain features - Future development perspectives |
| Drawbacks | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Dependency on Microsoft Office 2007 - Dependency on the reliability and performances of the Skydrive system - Limited by Microsoft technology and its evolution | <ul style="list-style-type: none"> - Level of needed programming skills - Implementation costs (web domain and server) - Development time |

Pe baza concluziilor rezultate în urma analizei efectuate, a fost considerată ca soluție optimă pentru dezvoltarea aplicației de management informatizat al proiectelor FMEA varianta A. Această aplicație a fost realizată utilizând VBA Excel alături de facilitățile de gestiune și interacțiune oferite de Microsoft Skydrive și două pagini de internet pentru Știri și Forum dezvoltate special pentru acest proiect.

Based on conclusions of the performed analysis, the optimal solution considered for the development of FMEA software management was variant A. The application was developed using VBA Excel, together with the storage and interaction features offered by Microsoft Skydrive and two internet sites for news and forum, developed especially for this project. For the

Pentru comunicarea între utilizatori pot fi utilizate atât sisteme de teleconferință cât și aplicații de chat gratuite, precum soluția Microsoft Live Messenger.

Microsoft Skydrive reprezintă un serviciu de găzduire a fișierelor care permite utilizatorilor încărcarea și sincronizarea fișierelor către un sistem de stocare de tip cloud (nor) și accesarea acestora dintr-un browser web pe PC [7]. Accesul este realizat pe baza unui cont (cu înregistrare gratuită) Microsoft Passport iar volumul implicit de stocare pus la dispoziție este de 7 GB. Una din caracteristicile importante ale sistemului Skydrive este posibilitatea de partajare și acces simultan de către mai mulți utilizatori a fișierelor de tip Microsoft Excel (cu drepturi de vizualizare și/sau editare).

3.3. Elementele componente ale aplicației și modul de funcționare al sistemului

Soluția propusă, ilustrată în figura 2, cuprinde o serie de elemente componente:

1. Modul de management al proiectelor FMEA și bazei de cunoștințe (programat utilizând VBA Excel);
2. Modul de dezvoltare al proiectelor FMEA (template de document FMEA cu elemente de funcționalitate programate utilizând VBA Excel);
3. Bază de date;
4. Depozit informațional FMEA stocat în sistemul SkyDrive (orice tip de fișier: pdf, doc, etc.);
5. Website de tip blog pentru publicarea știrilor (găzduire gratuită);
6. Website de tip forum pentru comunicare pe termen lung între utilizatori (găzduire gratuită).

communication between users can be used both teleconference systems and/or free chat applications such as Microsoft Live Messenger.

Microsoft Skydrive is a file hosting service that allows users the upload and synchronization of files to a cloud storage system and accessing them from a web browser on the PC [7]. The access is done via a Microsoft Passport account (with free registration) and the default storage volume offered is of 7 GB. One of the most important features of the Skydrive system is the possibility of sharing and simultaneous access by several users of Microsoft Excel files (with visualization and/or editing rights).

3.3. Application components and system functions

The proposed solution, illustrated in figure 2, is composed of several elements:

1. FMEA project and knowledge base management module (programmed using VBA Excel);
2. FMEA project development module (FMEA document template with functionality elements programmed using VBA Excel);
3. Database;
4. FMEA information deposit stored in the Skydrive system (any file type: pdf, doc, etc);
5. Blog-type website for news publishing (free hosting);
6. Forum-type website for long-term user communication (free hosting).

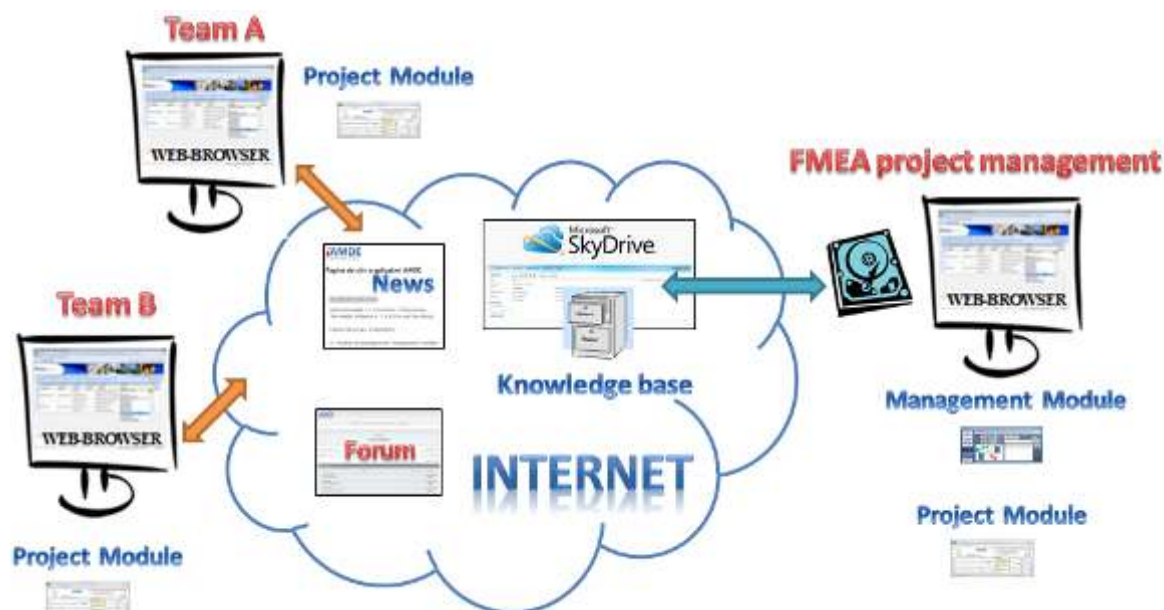


Figura 2. Soluție web-based pentru managementul FMEA
Figure 2. Web-based FMEA management solution

Cu ajutorul modului de management, responsabilul proiectului FMEA poate lansa spre dezvoltare proiectele noi și prin sistemul Skydrive poate permite accesul celorlalți membri ai echipei. Tot cu ajutorul modului de management pot fi gestionate atât proiectele FMEA existente cât și baza de cunoștințe FMEA. În etapele de Brainstorming și evaluare a riscurilor, membrii echipei pot vizualiza în paralel documentul FMEA inclus în modulul de dezvoltare al proiectelor, având opțiunea de comunicare online cu ajutorul aplicațiilor de chat. Prin intermediul paginilor web de știri și forum pot fi efectuate comunicări accesibile pe termen lung privind proiectele FMEA și membrii echipelor FMEA pot comunica cunoștințe și experiențe din domeniu. Accesul la toate modulele este securizat pe bază de nume de utilizator și parolă. Sistemul permite prin instalarea aplicației Skydrive pentru Windows lucrul offline, urmând ca sincronizarea fișierelor să se realizeze automat la următoarea conectare.

4. Concluzii

Sistemul propus reprezintă o alternativă pentru aplicațiile comerciale FMEA. Prin utilizarea de soluții gratuite, cu excepția Microsoft Excel (v2007 sau mai nou), această soluție prezintă reale avantaje din punct de vedere al costurilor și pregătirii necesare pentru utilizare. Posibilitatea colaborării online pentru dezvoltare proiectelor FMEA este benefică, mai ales în cadrul companiilor multinaționale. În situația în care sistemele de tip Microsoft Skydrive vor oferi în viitor suport pentru programarea VBA Excel, acest sistem ar putea deveni complet gratuit.

Acknowledgement

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the contract number POSDRU/88/1.5/S/59321.

References

1. Stamatis, D.H. (2003) *FMEA: A General Overview, Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. 2nd ed., WI: ASQ Quality Press, Milwaukee, USA, pp. 21-81
2. AIAG (Automotive Industry Action Group) (1993) *Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual*
3. Neagoe, B.S. (2011) *Solutions for the improvement of the Failure Mode and Effect Analysis in the automotive industry*. The 3rd WSEAS International Conference on Manufacturing Engineering, Quality and Production Systems (MEQAPS '11), Lupulescu, N.B., Yordanova, S., Mladenov, V. (Ed.), pp. 127-132, ISBN: 978-960-474-294-3, Transilvania University of Brașov, 11-13 April 2011, WSEAS Press, Brașov, Romania
4. Dittmann, L., Rademacher, T., Zelewski, S. (2004) *Combining knowledge management and quality management systems*. Quality and Innovations: The Path to Higher Standards of Living 48th EOQ Congress, European Organization for Quality (Ed.), Moscow, 7-9 September, 2004, Congress Materials (CD-ROM)
5. *Reliasoft Xfmea*. Available from: <http://www.reliasoft.com/xfmea/>, Accessed: 12.05.2012
6. Huang, G., Shi J., Mak, K. (2000) *Failure mode and effect analysis (FMEA) over the WWW*. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 16, No. 8, pp. 603-608
7. *Microsoft Skydrive*. Available from: <http://windows.microsoft.com/ro-RO/skydrive/home>, Accessed: 12.05.2012

With the aid of the management module, the FMEA project owner can launch in development new projects and through the Skydrive system can allow access to the other team members. The management module also allows the management of existing FMEA projects and the FMEA knowledge base. During the Brainstorming and risk evaluations steps, the team members can visualize simultaneously the FMEA document included in the development module, with the option of online communication using chat applications. Through the news and forum websites can be carried out communications available for long term on the FMEA projects and the FMEA team members can share knowledge and experiences in this field. The access to all modules is secured based on username and password. The system allows working offline by installing the Windows version of the Skydrive application, the synchronization of files being done automatically upon the next connection.

4. Conclusions

The proposed system represents an alternative for commercial FMEA applications. By using free solutions, except Microsoft Excel (v2007 or later), this solution offers real advantages from cost and necessary training points of view. The possibility of online collaboration for the development of FMEA projects is advantageous, especially for multinational companies. If the systems such as Microsoft Skydrive will offer support in the future for VBA Excel programming, this system could become free to use.