

MODELOVO ORIENTOVANÝ PRÍSTUP K FMEA V LEAN DESIGNE

Ing. Štefan Babjak, PhD.

Technická univerzita v Košiciach
Inovačné centrum automobilovej výroby
E – mail: stefan.babjak @tuke.sk

ABSTRAKT

Predkladaný príspevok popisuje niektoré aspekty analýzy FMEA (failure mode and effect analysis – analýza chýb a ich dôsledkov). Príspevok sa zameriava na modelovo orientovaný priebeh FMEA ako jedného z nástrojov štíhleho dizajnu, ktorý umožňuje predchádzať možným chybám už v raných fázach návrhu produktu.

ABSTRACT

Submitted article deals with the aspects of FMEA (failure mode and effect analysis). It is oriented on the model – driven FMEA as a tool of lean design that enables to avoid the possible mistakes already in the early phases of product design.

KEÚČOVÉ SLOVÁ

Štíhly vývoj výrobkov, FMEA, inovácie, systémy automobilu, modelovo orientovaný prístup

KEYWORDS

Lean product design, FMEA, innovation, automobile systems, model-driven approach

ÚVOD

Štíhly prístup (lean approach) k rôznym oblastiam podnikovej činnosti (výroba, inovačný proces, vývoj výrobkov, atď.) znamená, že jednou z hlavných priorít (a zároveň limitujúcim faktorom pre rozhodovanie) je odbúranie plytvania v týchto oblastiach, pričom za plytvanie sa považuje všetko, čo z hľadiska zákazníka danému výrobku nepridáva hodnotu. Pritom za zákazníka sa nemusí nutne považovať len konečný spotrebiteľ, ale v podstate každý nasledujúci článok – subjekt v reťazci životného cyklu výrobku, od inžinierov vo vývoji , cez technologov a robotníkov vo výrobnom procese, pracovníkov logistiky až po marketing a obchod. V tomto kontexte znamená štíhly prístup obmedzenie, až úplnú elimináciu redundantných procesov a úsporu zbytočných nákladov. V období hospodárskeho rastu tak predstavuje nástroj pre dosiahnutie významnej konkurenčnej výhody - nižšej ceny, v období krízy zase prostriedok pre vyrovnanie turbulencií bez nutnosti drastických opatrení, ktoré vyvolávajú ak už nie priamo ďalšie

turbulencie, tak aspoň nevôľu a odpor. V tomto kontexte je nutné podotknúť, že štíhly prístup k podnikovým procesom musí byť súčasťou firemnej politiky a filozofie a aplikovaný komplexne naprieč celým spektrom podnikových činností, v opačnom prípade sa stáva len súborom opatrení, zdanlivo zbytočných v dôsledku nepochopenia a nekomplexnosti realizácie a ako taký bude pôsobiť demotivujúco a viac škodlivo, ako užitočne.

MODELOVÝ A FORMÁLNY PRÍSTUP FMEA

FMEA je analytický nástroj, ktorý slúži na odhaľovanie potenciálnych problémov, ich príčin a následkov, má za úlohu determinovať mieru významnosti jednotlivých rizík a opatrenia na elimináciu vzniku problémov.

Celý tento proces má za úlohu zaistiť, aby nový systém, koncept, výrobok, výrobný proces, softvér, vybavenie prevádzky, atď. (v závislosti od typu vykonávanej FMEA analýzy) spĺňal všetky požiadavky, ktoré sú naň kladené a vyhnúť sa potrebe dodatočného riešenia problémov a zmien návrhu. Vedľajším produktom , okrem skúseností, je tiež poznatková báza a odporúčania, ktoré sú využiteľné v budúcnosti u podobných projektov. Štandardizáciou a systematizáciou tvorby a využívania týchto zdrojov dôležitých informácií je možné eliminovať chyby a problémy, ktoré sa už niekedy vyskytli, už v zárodku, čím odpadá potreba ich opätovne analyzovať a dochádza tak k úspore času a nákladov a z hľadiska prárnosti k zoštíhľovaniu procesov, súvisiacich s daným projektom.

Vo všeobecnosti je podstatnou časťou procedúry FMEA vyplnenie formulára – tabuľky. Aj keď sa vzhľadom na interné predpisy a skúsenosti bežná podniková prax postupu môže v detailoch líšiť, základná štruktúra formulára FMEA je taká, ako ju ilustruje obr. 1. Z hľadiska prístupu k realizácii analýzy rozlišujeme:

- formálne orientovaný prístup – je podrobnejší, zahŕňa v sebe riziko redundancie údajov, je časovo náročnejší a hodí sa skôr pre koncepčnú FMEA, jednoduché výrobky a základné komponenty – súčiastky,
- modelovo orientovaný prístup – prebieha vo viacerých úrovniach podrobnosti, vo všeobecnosti je menej detailný, časovo menej náročný a viac korešponduje s prístupom tzv. lean designu (štíhleho navrhovania výrobkov).

Obr. 1 predstavuje modelovo orientovaný prístup k FMEA, ktorého podstatou je rozdelenie procesu analýzy do troch úrovní, vyjadrených v obrázku tromi cestami, označenými číslami 1, 2 a 3.

V prvom kroku (cesta 1) sa identifikujú:

S a početnosti výskytu O (t.j. stupňa kritickosti),

- odporúčané opatrenia na zmeny návrhu pre elimináciu početnosti výskytu vzniku chýb alebo zmiernenie stupňa kritickosti.

Product Design Failure Modes and Effects Analysis													
Názov produktu				Vpracoval:		Strana							
Schválil:				FMEA Dátum (Originál)		FMEA Dátum (Revízia)							
Prvok / funkcia	Potenciálny spôsob zlyhania (Failure Mode)	Potenciálny dôsledok zlyhania (Failure Effect)	SEV	Potenciálna príčina chyby	OCC	Súčasná kontrolná (preventívna) opatrenia	Kontrola preventívnych opatrení	DET	RPN	Odporúčané opatrenia	Zodpovedná osoba	Prijaté opatrenia	SEV
Aké sú funkcie, vlastnosti, požiadavky? Čo môže zlyhať a ako? - Nefunkčnosť - Čiastočná/Nadmerná/Postupne degradovaná funkcia - Prerušovaná funkcia - Nežiadúca funkcia Aké to má efekt? Ako závažné to je? Aká je príčina? Ako často sa to stane? Čo je možné urobiť? - Zmeniť návrh - Prehodnotiť / zmeniť proces - Prijat' zvláštne kontrolné opatrenia - Zmeniť štandardy, procedúry alebo postupy Ako sa tomu dá predísť? Aké sú súčasné preventívne opatrenia? Aké sú súčasné kontrolné metódy, spôsoby detekcie? Ako spoľahlivé sú súčasné preventívne opatrenia a spôsoby detekcie?													

Obr. 1 Formulár FMEA a 3 kroky (cesty) modelovo orientovaného prístupu

- funkčné požiadavky v rozsahu skúmania,
- chybové stavy (Failure Modes), odpovedajúce každej vyžadovanej funkcii,
- efekty každého z chybových stavov
- stupeň závažnosti (Severity – S, SEV) s najvyšším stupňom závažnosti pre každú skupinu efektov. Tento sa zaznamenáva do príslušného stĺpca tabuľky a určuje poradie priority chybových stavov,
- odporúčané opatrenia na zmeny návrhu pre elimináciu vzniku chýb alebo odstránenie, resp. zmiernenie efektov.

V prvom kroku sa zvyčajne vyrieši len malý počet možných chybových stavov. Pre tie, ktoré nie je možné v prvom kroku eliminovať, sa v druhom kroku (cesta 2) identifikujú:

- príslušné príčiny chybových stavov (koreňové a bezprostredné)
- odhadovaná početnosť výskytu (Occurrence – O, OCC)
- prioritizácia chybových stavov/príčin vzhľadom na kombináciu stupňa závažnosti

V treťom kroku (cesta 3) sa identifikujú:

- Opatrenia pre verifikáciu návrhu (Metódy detekcie), ktoré majú overiť pripravenosť návrhu na schválenie a realizáciu.
- Odpovedajúca možnosť zistenia, detekcie (Detection – D, DET).
- Príslušné odporúčané opatrenia.
- Číslo priority rizika (Risk Priority Number, RPN). Stanovuje prioritu významnosti možných chybových stavov a vypočíta sa podľa vzťahu $RPN = S \times O \times D$.

HLAVNÉ OVPLYVŇUJÚCE FAKTORY PRIEBEHU A VÝSLEDKOV FMEA

Rozsah (ohraničenie objektu) FMEA

Stanovenie správneho ohraničenia a rozsahu je východiskom pri tvorbe FMEA tímu, a eliminuje riziká:

- stanovenia nesprávneho / nadbytočného rozsahu objektu skúmania,
- plytvania času, potrebného na realizáciu analýzy oblastí, ktoré nie sú relevantné, prípadne vôbec neexistujú,
- nesprávneho zloženia FMEA tímu

Povaha objektu FMEA

- Nový systém, proces, výrobok – je nutné začať novú FMEA, je potrebné zvážiť formálny prístup.
- Existujúci systém v novej aplikácii a/alebo prostredí – postačujúca je revízia existujúcej FMEA s dôrazom na dosah nových podmienok.
- Existujúci systém prešiel úpravou parametrov alebo prvkov – revízia FMEA s dôrazom na dopad zmien.

Vstupy

- P – diagram (diagram robustnosti, diagram parametra) – chápe prvok, proces ako čiernu skrinku, ktorá mení podnety na výstupy – ideálne a chybné vplyvom rušivých faktorov a pôsobia na ňu isté kontrolné faktory. Ich zoznam je súčasťou a podstatou zmyslu diagramu.
- Diagram ohraničení – schéma vzťahov medzi prvkami ohraničeného skúmaného systému a okolím.
- Matica rozhraní medzi jednotlivými prvkami systému.
- Špecifikácia systému vrátane predpisov a normatívnych požiadaviek.

FMEA tím

Nutné sú krížové kompetencie a vhodná skladba tímu.

Zoznam funkcií systému

Jasný, stručný a kompletný popis v kvantifikovateľnej a merateľnej podobe, vrátane technickej podpory, výroby a montáže, zohľadňujúci špecifikácie systému a s ohľadom na špeciálne podmienky a okolnosti.

Chybové stavy

- Nefunkčnosť.
- Čiastočná, nadmerná funkcia, prípadne degradujúca v priebehu času.
- Prerušovaná funkcia.
- Nežiaduca funkcia.

Efekty: ich vplyv a dosah na:

- Komponenty, subsystémy.
- Priamo nadradený systém.
- Nadradenú skupinu.
- Celý systém.
- Užívateľa.
- Predpisy a normy; ak efekt je v priamom rozpore s legislatívou a normami, je nutné to zdôrazniť.

Príčiny

Nutná je dôkladná analýza a kompletný zoznam možných príčin chybových stavov, pričom je nevyhnutné špecifikovať tak bezprostredné, ako i koreňové príčiny, obzvlášť u kritických a významných charakteristík (ako nástroj je možné využiť graf príčin a následkov, metódu 5x “Prečo?” a pod.)

Súčasná kontrolná opatrenia a metódy kontroly

Úplný zoznam kontrolných faktorov z P-diagramu a metódy ich kontroly, je potrebné tieto opatrenia a kontroly podrobnejšie stálemu overovaniu a testovaniu, ako i inováciám. Je potrebné rozlišovať opatrenia a metódy na prevenciu chýb, ich detekciu a metódy kontroly, a zaisťovať ich nezameniteľnosť.

Navrhované a realizované nápravné opatrenia

Povinné sú u kritických charakteristík, klasifikovaných ako YC a YS (vysoký stupeň závažnosti a/alebo vysoká pravdepodobnosť výskytu chyby) alebo ak hodnota RPN je vyššia ako 100. Vo formulári sa odporúča uviesť aj stručný popis priebehu a výsledkov, prípadne získaných skúseností, zvyčajne nestačí jednoducho konštatovať ich realizáciu, podrobné údaje je možné využiť v budúcnosti a ako podnet pre zlepšenie, či spustenie inovačného procesu.

ZÁVER

Typickými výstupmi FMEA sú: kontrolné plány prototypov, zoznam potenciálnych kritických a významných charakteristík, zoznam odporúčaní pre tvorbu výrobných stratégií a výrobných programov, kontrolný zoznam spoľahlivosti a robustnosti systému, revízie metód a plánov testovania, plán verifikácie návrhu. Niektoré z týchto výstupov slúžia ako vstupy pre realizáciu procesovej FMEA, ktorá je zameraná na výrobné a podnikové procesy. Časť týchto výstupov sa využije výhradne pri vývoji daného systému, väčšina však posluží ako zdroj informácií a skúseností s vývojom a prispieva tak ku skvalitneniu, zrýchleniu a zoštíhleniu procesu vývojových procesov v budúcnosti.

LITERATÚRA

- [1] SAE Recommended Practice J1739
- [2] FMEA Handbook Concept and Design. Ford Motor Company, 2000.

Článok bol vypracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy KEGA 3/6342/08 – Inovatívne vzdelávacie materiály pre bakalársky študijný program Automobilová výroba