

Plánování kvality produktu v předvýrobních etapách

NETOLICKÝ Petr, Ing., Ph.D., WITTE Nejdek, spol. s r.o., Rooseveltova 1299, 362 21 Nejdek,
email: petr.netolicky@witte-automotive.cz

MAZÍNOVÁ Ivana, Ing., Katedra konstruování strojů, Fakulta strojní, Západočeská univerzita v Plzni,
Univerzitní 22, 306 14 Plzeň, email: mazini@kks.zcu.cz

Příspěvek se zabývá plánováním kvality produktu. V návaznosti na proces vývoje výrobku jsou prezentovány používané nástroje plánování kvality. U nástrojů plánování kvality jsou stručně uvedené jejich základní charakteristiky, doporučený způsob nasazení. Dále je u vybraných nástrojů plánování kvality provedeno zhodnocení praktické použitelnosti a to jednak z pohledu teoretické analýzy (výuky), tak i praktického pohledu z reálných zkušeností dodavatele komponent v automobilovém průmyslu.

→ Klíčová slova: Plánování kvality, APQP, nástroje a metody plánování kvality

1 Plánování kvality

Proces vývoje nového výrobku není jen vlastní konstrukce výrobku a příprava výrobního procesu. Do tohoto procesu spadá celá řada různých dalších aktivit, které pomáhají zabezpečit výrobek a proces tak, aby v průběhu sériové výroby byla co nejvíce minimalizována nechtěná rizika a zákazník nebyl nespokojen. S přihlédnutím k nákladům se pak také jedná o aktivity, které minimalizují možné budoucí náklady.

Jednou z takových aktivit je plánování kvality. Plánování kvality je definováno J. M. Juranem jako proces formování cílů kvality a vývoje prostředků pro splnění těchto cílů. Plánování kvality je jedním ze tří základních procesů trilogie kvality (Juranova trilogie) – plánování kvality, řízení kvality a zlepšování kvality [1].

Plánování kvality se realizuje zejména v předvýrobních etapách. Důvodem je fakt, že právě v těchto etapách vzniká velké množství chyb, které lze eliminovat vhodnými opatřeními. V předvýrobních etapách jsou pak náklady na odstraňování chyb jen zlomkem nákladů v porovnání s náklady na odstraňování chyb při sériové výrobě (nemluvě o skrytých nákladech, jakými je ztráta jména apod.).

Postupy plánování kvality mohou být různé. Plura [1] uvádí následující postupy:

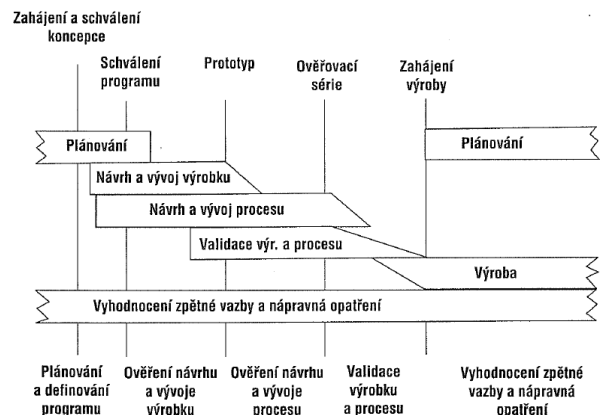
- plánování kvality výrobku postupem APQP nebo
- plánování kvality výrobku podle metodiky VDA 4.

Postup plánování kvality výrobku oběma způsoby vychází z obecného postupu navrženého J. M. Juranem. Tento postup a je založen na posloupnosti činností od prvotního určení zákazníků a jejich potřeb, přes transformaci těchto potřeb do měřitelných parametrů výrobku a procesu až do konečného zajištění způsobilosti procesu a převodu požadavků do výrobních instrukcí. Plánování kvality výrobku postupem APQP nebo podle metodiky VDA 4 je pak konkrétní aplikací obecného postupu.

Aby se organizace v dodavatelském řetězci pro automobilový průmysl vyhnuly vícenásobným certifikačním auditům a aby se zajistilo společné pojetí systému managementu kvality v automobilovém průmyslu, byla později vypracována společná technická specifikace ISO/TS 16949:2002 (v současné době je nově nahrazena normou ISO/TS 16949:2009). Součástí této specifikace je plánování realizace produktu, což je vlastně přímé propojení na oblast plánování kvality. Lze tedy konstatovat, že plánování kvality je část kvality, která je vyžadována certifikační technickou specifikací.

Plánování kvality výrobku postupem APQP

APQP - *Advanced Product Quality Planning and Control Plan* se do českého jazyka překládá jako *Moderní plánování kvality produktu a plán kontroly a řízení*. Postup (metodika) byla vyvinuta firmami Chrysler, Ford a General Motors a cílem je poskytnout směrnice pro vypracování plánu kvality výrobku podporující vývoj výrobku nebo



Obr. 1: Plánování kvality postupem APQP
Fig. 1 Quality planning acc. to APQP

služby, které budou uspokojovat zákazníka.

Plánování kvality výrobku je podle tohoto postupu [2] definováno jako strukturovaná metoda, kterou se určují a stanovují kroky nezbytné pro zabezpečení toho, že výrobek bude vyhovovat zákazníkovi. Plánování kvality výrobku je v tomto postupu rozděleno do pěti se vzájemně překrývajících fází (obr. 1) – plánování a definování programu, návrh a vývoj výrobku, návrh a vývoj procesu, validace výrobku a procesu a vyhodnocení zpětné vazby a nápravná opatření. Náplň jednotlivých fází je popsána pomocí vstupů a výstupů, mezi které jsou zahrnuty právě nástroje plánování kvality. Jednotlivé nástroje jsou pak detailně rozpracovány v navazujících publikacích.

Plánování kvality výrobku podle metodiky VDA 4

Plánování kvality výrobku podle metodiky VDA 4 [3] vychází z požadavků německého sdružení automobilového průmyslu (*Verband der Automobilindustrie*). Svazek 4 s názvem *Zajištění kvality před sériovou výrobou* obsahuje vybrané metody k zajištění předsériové kvality. Plánování kvality výrobku je zde rozděleno do sedmi překrývajících se částí – koncepce, vývoj a ověřování výrobku, plánování a ověřování výrobního procesu, převzetí výrobku z hlediska zákazníka, nakupování výrobních zdrojů, výroba a proces neustálého zlepšování.

2 Nástroje a metody plánování kvality

Jak již bylo uvedeno, pro plánování kvality se využívá nástrojů plánování kvality. Nezávisle na vybraném postupu plánování kvality jsme vybrali některé nástroje, které jsou dále diskutovány. Nejedná se o kompletní výčet (to není ani předmětem článku), ale o výběr pokrývající většinu potřeb dodavatele automobilového průmyslu.

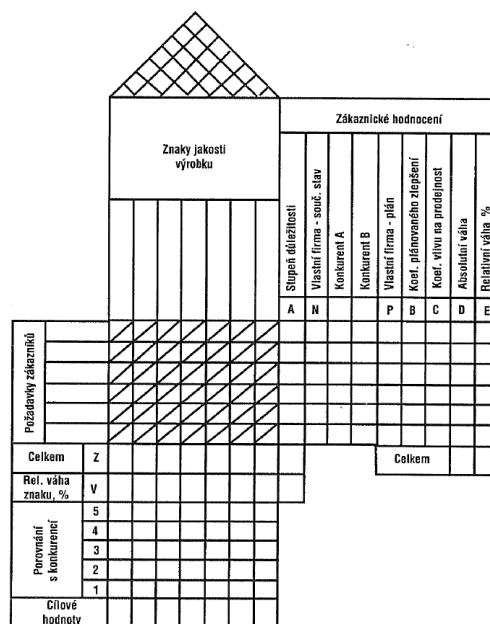
Metoda QFD (Quality Function Deployment – Rozpracování požadavků zákazníka) je metodou plánování kvality, založenou na principu maticového diagramu, který slouží ke stanovení a pochopení potřeb a požadavků zákazníků a jejich transformaci do dalších stádií plánování kvality a vývoje produktu a procesů jeho realizace [1]. Je velice důležitým nástrojem komunikace uvnitř organizace a úspěšnost její aplikace je založena na týmové práci pracovníků ze všech odborných útvarů zapojených do vývoje a výroby produktu. Pomocí této metody se postupně transformují požadavky a představy zákazníků do konkrétní podoby znaků kvality produktu, znaky kvality produktu do znaků kvality dílů, znaky kvality dílů do parametrů procesů, parametry procesů do výrobních instrukcí, popř. do dalších fází návrhu a vývoje produktu. Grafickým výsledkem QFD je kombinovaný maticový diagram často nazývaný jako „Dům jakosti“ (obr. 2).

Z didaktického hlediska lze QFD cvičit na různých příkladech, ale v tabulce se vyskytuje mnoho otazníků. Víme, že existuje nějaká závislost, ale není možné určit, jak je silná. Tato úloha ale může být možným zadáním pro metodu DOE (dále v textu). Důležitým závěrem je, abychom si uvědomili, že můžeme pomocí QFD určit cíle kvality pro nový výrobek.

Z hlediska praxe je QFD nástrojem s širokou škálou možností, ale se zúženým polem nasazení. V podmínkách typického dodavatele, který má dané jasné zadání projektu, může být rozpracování domu jakosti zdoluhavým a hodnotu nepřidávajícím procesem. Nicméně řada myšlenek lze poměrně jednoduše použít pro analýzu a rozpracování zadání projektu a tedy požadavků zákazníka.

Metoda FMEA (Failure Mode and Effects Analysis - Analýza možností vzniku vad a jejich následků) je určena k vyhledávání potenciálních chyb, jejich vyhodnocení a stanovení preventivních opatření, a to zejména ve fázi plánování (vývoj, konstrukce, vývoj procesů apod.). Potenciální chyby se mohou objevit buď v konstrukci výrobku (zkoumá konstrukční FMEA) nebo v procesu výroby výrobku (zkoumá procesní FMEA). Kvalitně provedená FMEA je významným know-how společnosti, ze které je možné zkoumat cenné zkušenosti, buď v projektu samotném nebo v dalších projektech.

Při rozboru didaktické stránky věci, je teorie o FMEA poměrně dobře interpretovatelná. Co se týká praktické realizace na školních modelech, začíná určitá obtíž. FMEA nelze cvičně modelovat bez



Obr. 2: QFD – dům jakosti
Fig. 2 QFD – House of Quality

podrobné znalosti procesu (je třeba znát vývojový diagram) nebo konstrukce výrobku. Protože reálné aplikace FMEA jsou know-how firmy, nedají se prezentovat konkrétní příklady z praxe.

Z hlediska praktického použití je FMEA klíčovým nástrojem plánování kvality produktu nebo procesu. Důležitost je zřejmá zejména z pohledu přínosu týmové analýzy daného problému (produktu / procesu), ohodnocení rizik a jejich následná minimalizace. Tyto vlastnosti vedou při správném používání FMEA k významné redukci možnosti vzniku vad.

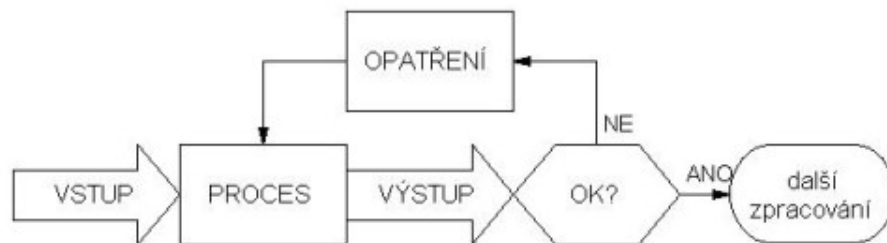
Metoda MSA (Measurement Systems Analysis – Analýza systémů měření) slouží pro ověření způsobilosti daného systému měření; posouzení vhodnosti užití měřidel pro daný účel (produkt), posouzení vhodnosti užití měřidel pro dané prostředí (pracoviště, proces), posouzení postupů měření, posouzení způsobilosti osob, které měření provádějí.

Metoda MSA se dá z hlediska výuky na konkrétním příkladu velmi dobře cvičit, na rozdíl od QFD a FMEA. To platí pro základní metody používané v praxi, kde nejsou důležité statistické předpoklady pro provádění analýzy.

Z hlediska reálné aplikace je MSA doplňkovým nástrojem, kterým potvrzujeme správné nasazení systému měření v konkrétní aplikaci. Metody používané při analýze systémů měření jsou založené na někdy jednoduchých, jindy složitějších matematicko-statistických výpočtech, což obvykle způsobuje komplikace při nasazování metod. Toto musí být pečlivě zvažováno a realizováno v podobě poměrně hodně vysvětlujících postupů. Výsledky jsou však jednoduše interpretovatelné a to je velkým přínosem.

V porovnání s nejistotami měření ale nepožadují tak hluboké znalosti podmínek měření, jichž se využívá při určování nejistot. Čím důvěrnější znalost podmínek, tím přesnější odhad nejistoty měření. Zkušenosti při určování nejistot pak hrají také významnou roli.

SPC (Statistical Process Control - Statistická regulace procesu) je nástroj pro ovládnutí a zlepšování procesu, který probíhá s větší četností (sériová výroba, hromadná výroba). S relativně malými náklady a úsilím lze sledovat průběh procesu. V případě potřeby je třeba provést regulační zásah a proces upravit (seřídít), viz schéma obr. 3 [4].



Obr. 3: SPC - Princip regulace
Fig. 3 SPC – Control principle

Statistická regulace procesu se dá z hlediska výuky na konkrétním příkladu také velmi dobře cvičit. Teorie je velmi dobře popsána v řadě odborných zdrojů a to i včetně konkrétních příkladů aplikace.

Statistická regulace procesu a hodnocení způsobilosti procesu je základním vstupním požadavkem pro reálné sledování a hodnocení procesů. V praxi se využívá často. Některé metody mohou být svoji statistickou podstatou složitější pro pochopení, nicméně např. alternativní používání robustních parametrů (median místo aritmetického průměru, rozpětí místo směrodatné odchylky) tuto nevýhodu minimalizuje.

DOE (Design of Experiments - Plánování experimentů, navrhování experimentů) je nástrojem pro určování faktorů a optimalizace velikosti (nastavení) těchto faktorů (o nichž si myslíme, že mají rozhodující vliv na jakost produktu).

Z didaktického pohledu je navrhování experimentů zajímavou metodou obsahující řadu různých postupů. Rozsahem tak může tvořit samostatný předmět. V pozadí stojí statistické metody, z nichž některé vyžadují delší teoretický rozbor pro pochopení vazeb.

Z hlediska praktického nasazení patří navrhování experimentů k nástroji, který je využíván spíše jako doplňkový. Nabízí mnoho možností a alternativ, opět spojených se znalostí širokého statistického pozadí. To z něj činí nástroj spíše obávaný, nicméně při vhodném nasazení je výtěžnost tohoto nástroje vysoká.

Schválení dílu do procesu sériové výroby podle metodiky PPAP nebo VDA 2 ve své podstatě není metodou, jako spíše postupem. Účelem PPAP je určit, zda organizace správně rozumí všem požadavkům zákaznické konstrukční dokumentace a zákaznických specifikací a zda výrobní proces je kapacitně schopen vyrábět produkt trvale splňující tyto požadavky, a to v průběhu sériové výroby při požadovaném kapacitním výkonu [5].

Z didaktického pohledu se dá konstatovat, že nelze teoreticky vyučovat.

Z praktického používání patří schvalování dílů do procesu sériové výroby mezi základní nástroje v procesu vývoje výrobku a v procesu plánování kvality. Svoji povahou spojuje předcházející nástroje, pracuje s jejich závěry a kvalifikuje výrobek pro sériovou aplikaci. Z pohledu použití je silně založen na zkušenostech s jednotlivými typy výrobků, jejich potenciálními problémy a možnými důsledky.

3 Shrnutí

Příspěvek se zabýval problematikou plánování kvality. Jsou uvedeny oba dva přístupy pro plánování kvality – postupem podle APQP a postupem podle VDA4. Tyto jsou východiskem pro nástroje plánování kvality. Příspěvek dále stručně hodnotí vybrané nástroje, uvádí jejich klady a zápory ze dvou pohledů, z pohledu získávání teoretických znalostí a z pohledu reálného použití v praxi. Z hodnocení docházíme k závěru, že z pohledu získávání teoretických znalostí (učení) se nejlépe jeví statistické metody, protože se dají spočítat (i když postup může být poměrně složitý) na rozdíl od metod QFD a FMEA, tam je potřeba se rozhodovat na základě praktických zkušeností. PPAP nebo VDA 2 nelze teoreticky vyučovat.

Z pohledu reálného využití v praxi docházíme k závěru, že řada nástrojů je založena na matematicko-statistických základech, což v podmínkách provozu obvykle ztěžuje rychlou možnost nasazení. Dalším závěrem je fakt, že některé nástroje jsou silně založené na zkušenostech, což může rychlé nasazení také ztěžovat. Nicméně spojení teoretických znalostí vhodně aplikovaných do podmínek podnikové praxe přináší poměrně dobré uplatnění jednotlivých nástrojů. Tato skutečnost následně generuje první zkušenosti, což v budoucnu přináší podniku zisk a to nejen finanční.

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento článek je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/07.0235 „Inovace výuky v oboru konstruování strojů včetně jeho teoretické, metodické a počítačové podpory“.

Literatura

- 1 PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha : Computer Press, 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1.
- 2 DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation. *Moderní plánování kvality produktu (APQP) a plán kontroly a řízení*. Praha : Česká společnost pro jakost, 2009. 107 s. ISBN 978-80-02-02142-1.
- 3 *VDA 4 - Zajišťování kvality před sériovou výrobou*. Praha : Česká společnost pro jakost, 2007.
- 4 CHALOUPKA, Jiří. *Jednoduše kvalita*. Praha : Pre-Press: Red Cat. 110 s. ISBN 978-80-254-1346-3
- 5 *Proces schvalování dílů do sériové výroby (PPAP)*. Praha : Česká společnost pro jakost, 2006. 70 s. ISBN 80-02-01833-8.

Product quality planning in preserial production

NETOLICKÝ Petr, Ing., Ph.D., WITTE Nejdek, spol. s r.o., Rooseveltova 1299, 362 21 Nejdek,
email: petr.netolicky@witte-automotive.cz

MAZÍNOVÁ Ivana, Ing., Department of Machine Design, Faculty of Mechanical Engineering, University
of West Bohemia in Pilsen, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň, email: mazini@kks.zcu.cz

Keywords: Quality planning, APQP, Quality planning tools

Summary:

The contribution deals with the product quality planning. In relationship to the product development process used quality planning tools are presented. The basic characteristics and recommended way how to use of the quality planning tools are shown as the main content of the contribution. The next focus is given to the evaluation of practical usage for selected quality planning tools from the theoretical aspects and from real automotive supplier experiences also.

If we are talking about QFD (Quality function deployment), the theoretical aspects of this tool is clear. But in the house of quality (representing QFD in graphical form) lot of question marks can be, f.e. if we estimate the dependence, it is complicated how strong is dependence or independence. This question can be the exercise for DOE (Design of experiments). From practical point of view the usage of this method is not so simple. In condition of automotive supplier the usage is limited.

FMEA (Failure mode and effect analysis) is very good theory for teoretical teaching. Issue can be occured, if some exercise is necessary to do. Because of FMEA is strong know how of companies, it is difficult to present some real exercise. From practical point of view the FMEA is the basic and used tool for risiko establishing, evaluation and after that minimalising.

If we are discussing MSA (Measurement systems analysis), we can make simply conclusion, that from theoretical point of view is very easy to teach and exercise this method. From praxis we also dont have issue, results are very good interpreted and benefits are also very good visible and known.

SPC (Statistic process control) is good method for teoretical introduction and with exercising are not issues. Lot of examples are described in lot of publications. The quite same opinion is under real condition. But there can be issues connected with statistical background.

Discussing DOE (Design of experiment) the conclusion is that method is very interesting for education, because lot of methods, statistical procedures can be followed. The situation is different from praxis. There is the usage quite limited, but no real reason exist. Sampling with usage PPAP or VDA 2 method is not possible to teach, but the in the praxis the tool is high requested and used.

