

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208T088 Podniková ekonomika a management provozu

Efektivita procesu pokročilého plánování kvality produktu v automobilovém průmyslu

Bc. Jakub MATYS

Vedoucí práce: Ing. et Ing. Martin Foltá, Ph.D.

Tento list vyjměte a nahrad'te zadáním diplomové práce

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne 19. 05. 2017

Děkuji Ing. et Ing. Martinu Foltovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, poskytování rad a informačních podkladů. Dále děkuji společnosti Jiří Řebíček – Metalplast, s.r.o. za spolupráci při zpracovávání praktické části diplomové práce.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	7
Úvod.....	8
1 Pokročilé plánování kvality produktu.....	9
1.1 APQP a řízení projektů.....	10
1.2 Fáze APQP	12
1.3 Milníky APQP	17
2 Metody a nástroje v předsériové fázi životního cyklu výrobku	20
2.1 Proces schvalování dílů do sériové výroby (PPAP)	20
2.2 FMEA	25
2.3 Plán kontroly a řízení.....	27
2.4 Statistická regulace procesu (SPC).....	30
2.5 Analýza systémů měření (MSA).....	37
3 Analýza reálně používaných metod v předvýrobních etapách automobilového průmyslu.....	40
3.1 Profil zkoumané společnosti.....	41
3.2 Proces APQP vybrané společnosti	42
3.3 Proces schvalování dílů do sériové výroby	45
3.4 FMEA a kontrolní plány	50
3.5 Statistické metody a regulace procesu.....	51
3.6 Hodnocení používaných metod ve vybrané společnosti.....	54
4 Zhodnocení ekonomické a časové efektivity procesu pokročilého plánování kvality produktu	56
4.1 Případová studie 1: Držák do prostoru motoru	56
4.2 Případová studie 2: Kryt elektroinstalace	59
4.3 Porovnání případových studií.....	62
5 Návrh činností ke zlepšení procesu APQP u vybraného dodavatele	64
5.1 Návrhy na zlepšení v procesu APQP	64
5.2 Další návrhy na zlepšení	66
Závěr	69

Seznam literatury	71
Seznam obrázků a tabulek	73
Seznam příloh	74

Seznam použitých zkratk a symbolů

AIAG	Automotive Industry Action Group
Angl.	Anglicky
APQP	Advanced Product Quality Planning
DFMEA	Design Failure Mode and Effect Analysis
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
IMDS	International Material Data System
ISO	International Organization of Standardization
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PPAP	Production Part Approval Process
PSW	Part Submission Warrant
QFD	Quality Function Deployment
SOP	Start of Production
SPC	Statistical Process Control
VDA	Verband der Automobilindustrie

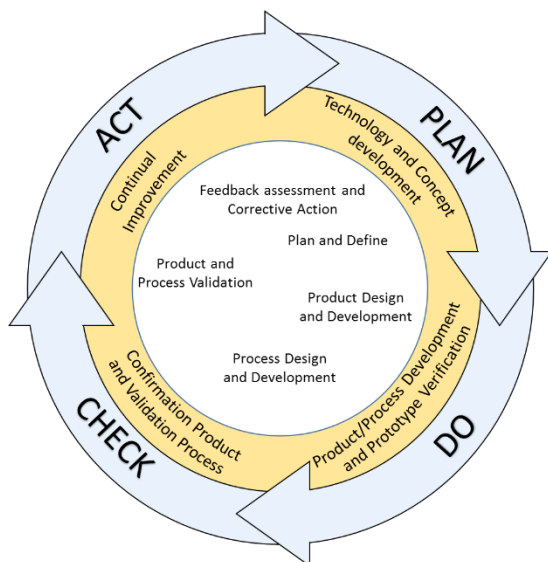
Úvod

Všichni výrobci automobilů se snaží svým zákazníkům dodat co nejkvalitnější produkt, který uspokojí jejich potřeby, bude spolehlivý a zároveň umožní výrobcům realizovat zisk z jeho prodeje. Aby docílili této kýžené kombinace výnosnosti a zákaznické spokojenosti, musí výrobci neustále zdokonalovat nejenom produkt samotný, ale také proces, jakým je utvářen do své finální podoby. To zahrnuje aplikaci systémů řízení výroby, logistiky, kvality a mnoha dalších oblastí, které se podílejí na výrobě a montáži tak komplexního produktu, jakým je automobil. Protože je jakákoliv změna v procesu po zahájení sériové výroby vysoce nákladná a ohrožuje zadaný cíl výnosnosti, klade se velký důraz na plánování a doladění podoby výrobku i procesu ještě před výrobou prvních kusů pro zákazníky. Výrobci automobilů v posledních třiceti letech vyvinuli postup ke koordinaci, správě a ověření správnosti předsériových úkonů, který se souhrnně nazývá pokročilé plánování kvality produktu. Automobil je však sestaven z tisíců dílů, které si žádná jedna továrna nemůže vyrobit sama, a proto musí automobilky úzce spolupracovat se svými dodavateli na integraci postupů při vývoji a výrobě dodávaných součástí. Společnosti v dodavatelském řetězci jsou pak povinné implementovat postupy do svého vlastního systému řízení, což je kontrolováno a verifikováno pravidelnými certifikačními i zákaznickými audity. Tento integrační přístup se netýká pouze přímých dodavatelů do automobilek, ale prochází hluboko do dodavatelského řetězce. Tato práce se zaměřuje na přínos zavedení postupů, které s sebou často přináší dodatečné investice, pro dodavatelskou výrobní společnost. V první části diplomové práce jsou shrnuty principy pokročilého plánování produktu, které jsou doplněny o metody a nástroje, užívané v předsériové fázi životního cyklu výrobku. Ve druhé části je analyzován přístup k pokročilému plánování kvality produktu u vybraného dodavatele, který je certifikován pro dodávky do automobilového průmyslu. Práce hodnotí, do jaké míry odpovídá skutečná aplikace postupů předepsaným normám. Dále jsou prezentovány dvě případové studie, z nichž jedna popisuje předsériovou fázi životního cyklu výrobku, který bude dodáván do automobilového průmyslu a platí pro něj tedy pravidla pokročilého plánování kvality výrobku, zatímco u druhé studie je ze stejného pohledu popsán výrobek, který je určen do jiného odvětví. U obou výrobků je zkoumáno, jaký vliv měl způsob jejich vývoje na časovou a ekonomickou efektivitu celého projektu.

1 Pokročilé plánování kvality produktu

Celková výsledná kvalita je až z 80 % ovlivněna kvalitou v předvýrobní fázi (Blecharz, 2011). Je tedy pochopitelné, že se výrobní společnosti snaží využít všechny dostupné prostředky a nástroje, aby maximalizovali kvalitu procesu a produktu ještě před zahájením sériové výroby. Proč?, Kdy?, Jak?, to jsou otázky pro pokročilé plánování kvality, ke kterým navíc automobilový průmysl přidává důraz na výsledný produkt. Metodika pokročilého plánování kvality produktu (dále jen „APQP“) byla v 80. letech 19. století vyvinuta společnostmi Ford, Chrysler a General Motors. Cílem bylo poskytnout firmám v automobilovém průmyslu základní rámec pro plánování kvality výrobku nebo služeb tak, aby došlo k uspokojení požadavků zákazníka (Netolický, 2011). V dnešní době je tento postup vyžadován v celém automobilovém průmyslu a jeho zapojení slouží jako jedno z kritérií pro získání certifikace dle ISO/TS 16949. Metodika postupně rozvrhuje proces vývoje výrobku do pěti vzájemně se překrývajících fází, které mají za úkol definovat nezbytné kroky k dosažení výsledné kvality. Celý postup provází produkt od jeho schválení do výrobního programu až po sériovou výrobu, čímž usnadňuje komunikaci mezi všemi zapojenými články vývoje a zajišťuje včasnou realizaci jednotlivých bodů.

Nicméně je však důležité zdůraznit, že metodika APQP a k ní vydaná příručka neposkytují přesný návod jak vytvořit plán kvality produktu. Zahrnuje pouze nejběžnější situace, které se ve fázi plánování, stanovení designu nebo vývoje procesu vyskytují. Hlavní a konečné slovo má vždy zákazník. Jde totiž především o uspokojení požadavků zákazníka. Důležitost a časový fond jsou každému kroku přiděleny právě až na základě specifikací přijatých od zákazníka. Další postup by se měl vždy řídit koloběhem plánování kvality produktu, který je postaven na známém PDCA cyklu a obrázek 1 jej vyobrazuje i s doplněním dle příručky AIAG pro APQP. Toto schéma zdůrazňuje důležitost plánování a především implementace získaných zkušeností. Přenesení získané zkušenosti z jednoho programu do druhého je základním kamenem neustálého zlepšování a představuje nikdy nekončící snahu o stále lepší výsledky.



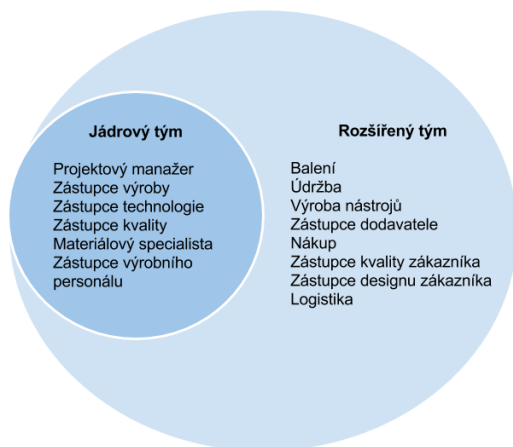
Zdroj: (CHRYSLER CORPORATION, 2008)

Obr. 1 Koloběh plánování kvality produktu

1.1 APQP a řízení projektů

APQP je metodika používaná výhradně v automobilovém průmyslu. Nelze však tvrdit, že je pouze a jenom v tomto odvětví použitelná. Vždyť pokud se z APQP odstraní onen automobilový důraz na produkt, zbude pouze AQP a to je přístup k plánování kvality, užívaný napříč všemi průmyslovými odvětvími (Blecharz, 2011). Oba tyto do jisté míry standardizované postupy mají svůj původ v projektovém řízení a sdílí s ním mnoho společného.

Prvním společným bodem je definování projektového týmu. Tým by měl být veden manažerem projektu, který je zodpovědný za práci odvedenou v rámci projektu, má dostatečné zkušenosti, znalosti a autoritu. Takto kvalifikovaná osoba je pak schopná obsadit jednotlivé odborné pozice dostatečně způsobilý personálem, definovat hierarchii a odpovědnosti (Svozilová, 2011). V rámci APQP se dbá na to, aby v týmu byli zástupci všech zúčastněných útvarů a vznikl tak prostor pro meziútvárovou komunikaci a kontrolu. Další specifikum APQP spočívá v zapojení zákazníka do tzv. rozšířeného týmu. Tento tým komplementuje základní projektový (jádrový) tým a poskytuje mu informace v případě dodatečných otázek nebo problémů. Složení jednotlivých částí APQP týmu se může v čase lišit, typické složení však ukazuje obrázek 2.



Zdroj: (Stamatis, 1998)

Obr. 2 Typický APQP tým

Jakýkoliv projekt začíná projektovým plánováním. Bez něho není nijak definována cesta k dosažení cílů projektu a nelze efektivně alokovat disponibilní zdroje. Z počátečního plánování projektu musí vzejít dva důležité výstupy:

- definice předmětu projektu,
- plán projektu.

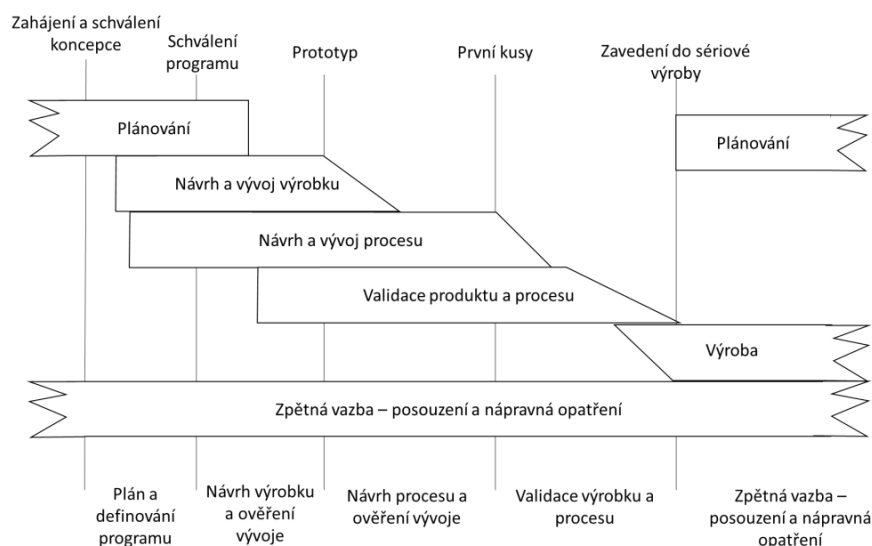
Předtím, než dojde ke schválení samotného projektu, posuzuje projektový tým zamýšlený projekt z pohledu časového, nákladového, technologického, metodologického a zhodnocuje také potřebné lidské zdroje (Svozilová, 2011). Po schválení plánu má projektový tým za úkol rozčlenit jednotlivé kroky na podprocesy, definovat jejich vstupy a výstupy a dále přiřadit odpovědnosti za jednotlivé podprocesy. Veškeré změny a vzniklé výsledky jsou poté dle plánu verifikovány.

Výše zmíněná tvorba projektového týmu a stručný postup plánování projektu nejsou jedinými společnými body APQP a projektového managementu. Podobnosti a vzájemné propojení plánování kvality a projektového managementu bude využíváno i v dalším textu.

1.2 Fáze APQP

Jak již bylo zmíněno, pokročilé plánování kvality výrobku je rozděleno do pěti fází. Jak ukazuje obrázek 3, tyto fáze nejsou striktně oddělené a navzájem se překrývají. Každá používá výstupy předešlé fáze a používá je jako své vstupy. Jednotlivé fáze jsou:

1. Plánování a definování programu
2. Návrh a vývoj výrobku
3. Návrh a vývoj procesu
4. Validace výrobku a procesu
5. Zpětná vazba a posouzení nápravných opatření



Zdroj: (CHRYSLER CORPORATION, 2008)

Obr. 3 Plánování kvality dle APQP

Níže jsou popsány jednotlivé fáze APQP a činnosti, které jsou jejich součástí. Popisy dílčích metod, používaných v rámci jednotlivých fází, jsou uvedeny v kapitole Metody a nástroje v předsériové fázi životního cyklu výrobku.

1.2.1 Plánování a definování programu

V první fázi APQP jde především o identifikaci požadavků zákazníka a definování cílů kvality pro návrh. Zákazníci musí být jasně definováni, ať už se jedná o zákazníky koncové, potenciální nebo vnitropodnikové. Požadavky zákazníka mohou přicházet hned z několika stran. Jako první může být zdrojem pro

zákaznické požadavky marketingový výzkum, který vyhodnotí momentálně požadované atributy daného produktu na trhu. Velmi cenným zdrojem jsou také zákaznické stížnosti a doporučení, které se týkají provedení a znaků produktu. V tomto případě se může jednat jak o kvalitativní, tak i kvantitativní data (Blecharz, 2011). Týmy velmi často také čerpají ze svých vlastních zkušeností. Zapojují kvalitativní výsledky dřívějších produktů pomocí analýzy servisních záznamů, reklamací a interní způsobilosti procesů. Pochopitelně, v rámci dodavatelského řetězce jsou požadavky na výsledný produkt obvykle stanoveny přesně zákazníkem v podobě technického výkresu nebo seznamu požadavků.

Všechny získané požadavky zákazníka poté tvoří tzv. Hlas zákazníka (Voice of Customer, VOC). Tento hlas nesmí být v procesu plánování a vývoje projektu opomenut a jeho interpretace by měla být po celou dobu jednoznačná. K tomuto účelu se typicky používá metoda QFD, která pomocí matic přenáší hlas zákazníka do jednotlivých funkcí a aktivit tak, aby na něho byl vždy brán zřetel. Po vyhotovení matice QFD lze stanovit cíle kvality pro návrh a vývoj výrobku.

1.2.2 Návrh a vývoj výrobku

Fáze návrhu a vývoje výrobku používá jako své vstupy specifikace a cíle stanovené metodou QFD, které dále zpracovává, aby vytvořila prototyp jako svůj výstup. Před zhotovením samotného prototypu je třeba zhodnotit specifikace z hlediska průmyslového zpracování. Jedná se především o zhodnocení proveditelnosti a vyrobitelnosti. Toto hodnocení se provádí pomocí studie proveditelnosti (z angl. Feasibility Study), která sérií hodnocení posuzuje, zda je podnik schopen produkt vyrobit, sestavit, otestovat, zabalit a dopravit k zákazníkovi v požadované kvalitě (Stamatis, 1998). Toto hodnocení je vyžadováno nejen od samotného projektového týmu, ale také od všech dodavatelů. Pouze pokud se dodavatelé všech komponentů shodnou na vyrobitelnosti, lze považovat výsledný výrobek rovněž za vyrobitelný.

Tým má také za úkol ve fázi návrhu a vývoje výrobku zhodnotit možné vady designu a jejich důsledek na použití u zákazníka. V tuto chvíli přichází poprvé na scénu metoda FMEA, konkrétně její na design orientovaná mutace DFMEA. Při této metodě členové týmu vytvářejí pomocí brainstormingu možné designové vady výrobku a poté je hodnotí z hlediska jejich závažnosti, četnosti a odhalitelnosti.

Metoda FMEA je jedním z nejpoužívanějších přístupů k předcházení výskytu vad v sériové výrobě a detailněji se jí věnuje podkapitola 2.2 FMEA.

Během hodnocení vyrobiteľnosti a analýze možných vad vstupuje projektovému týmu do rozhodování další důležitá proměnná. Jsou to náklady. Redukce nákladů je především doménou vývoje procesu, ale i ve fázi návrhu výrobku lze budoucí náklady velmi efektivně snižovat. Pro tyto účely se používají metody DFM (Design for Manufacturing) a DFA (Design for Assembly). Obě metody zadávají vývojářům úkol mít při vývoji designu na paměti jednoduchost a snadnost výroby, popřípadě montáže. Úroveň zjednodušování montáže a výroby závisí na celkovém objemu výroby (Molloy, a další, 2012), v případě automobilového průmyslu jsou však objemy vysoké a jednoduchost tedy žádoucí. Výrobně jednoduchý design přináší menší náklady na vývoj procesu, výrobu nástrojů, výrobu kontrolních přípravků a snižuje nároky na školení pracovníků. Design vhodný pro sestavu primárně snižuje počet jednotlivých dílů v sestavě a tím snižuje náklady vynaložené na logistiku, skladování a místo u výrobní linky.

Po dokončení fáze vývoje výrobku má projektový tým k dispozici tyto informace a dokumenty:

- výkres výrobku,
- technické specifikace,
- materiálovou specifikaci,
- zpětnou vazbu ze stavby prototypu,
- zvláštní požadavky na proces a výrobek,
- další specifikace produktu.

Je důležité poznamenat, že některé firmy v dodavatelské řetězci nemají vlastní návrh a vývoj výrobku. Budoucí výrobek je prezentován již od zákazníka ve formě výkresu a seznamu specifikací. Z tohoto důvodu jsou první dvě fáze APQP do jisté míry omezeny. Nicméně každá firma musí alespoň minimálně plánovat a definovat svůj program v nadcházejícím projektu. Velmi často je také dodavatelským firmám svěřena konstrukce výrobních nástrojů, kde je designová funkčnost důležitá z hlediska životnosti nástrojů a jejich vývoj je velmi podobný vývoji výrobku.

Nehledě na to, do jaké míry zapojovala firma první dvě fáze, je zapojení dalších fází procesu APQP nezbytné pro všechny články dodavatelského řetězce.

1.2.3 Návrh a vývoj procesu

Fáze návrhu a vývoje procesu používá výstupy z návrhu výrobku a přetváří je do návrhu budoucího výrobního systému. Otázky ohledně budoucího vývoje se zaměřují dle Blecharze (Blecharz, 2011) na 3 hlavní elementy. Jsou jimi:

- vyrobiteľnosť,
- požiadavky na proces,
- možnosti závodu.

Vyrobiteľnosť rozpracovává specifikace a požadavky o výrobku z fáze jeho vývoje a dále je aplikuje do procesu. Jedná se tedy především o technologickou stránku věci, která zkoumá možnosti výrobního zařízení a jeho schopnosti vyhovět funkčním a designovým požadavkům. Zjištěné technické informace jsou zaznamenávány do technologického předpisu nebo jiného relevantního dokumentu, jako je například balicí předpis.

S požadavky na funkci a design jsou spojeny nároky na proces. Každá vzhledová plocha, tolerovaný rozměr nebo případná variabilita výsledného výrobku vede k individuálnímu zapracování do výrobního procesu. Projektový tým využívá poznatky ze stavby prototypu, popřípadě ze vzorování a získává tak informace nutné k vytvoření prvního Plánu kontroly a řízení. Tomuto dokumentu, který musí být přítomen v každé další fázi vývoje produktu od prototypu (vzorování), přes ověřovací sérii až po uvedení do sériové výroby (ISO/TS_16949, 2009), je věnována podkapitola v dalším textu. Veškeré procesní kroky a kontrolní body jsou zaznamenány do průběhového diagramu procesu. Toto schématické znázornění popisuje proces se všemi jeho rozhodovacími uzly. Klade důraz na postupný a systematický přístup k procesu, kde jsou přesně definovány kroky při splnění nebo naopak nesplnění požadavků kvality. Během vývoje procesu může tým narazit na nové překážky nebo hrozby pro budoucí výrobu. Pro jejich eliminaci a budoucí prevenci se již podruhé v procesu vývoje produktu používá metoda FMEA, tentokrát zaměřená na proces.

S analyzovanými požadavky na technologii a proces může projektový tým přistoupit ke třetímu elementu návrhu a vývoje procesu, kterým jsou možnosti závodu. Zákaznické požadavky a technologická náročnost je mnohdy významným prvkem při plánování podoby výrobních prostor. Může se jednat o pouhá měřidla a kalibry, ale také může proces vyžadovat celou novou montážní linku. Takové úpravy mohou poté znamenat měsíce dalšího plánování výstavby. Je tedy velmi důležité reálně zhodnotit výrobní, prostorovou i technologickou kapacitu v dostatečném předstihu.

1.2.4 Validace výrobku a procesu

Validace výrobku a procesu je poslední fází před zahájením sériové výroby. Z toho důvodu je nutné výrobek a celý naplánovaný proces ověřit, neboli validovat. K validaci výrobního procesu je nutné provést ověřovací sérii.

Ověřovací série je výroba dílů v sériových podmínkách. Znamená to použití prostorů, nástrojů, strojů, měřidel, zaměstnanců a materiálu v témže stavu, v jakém se budou objevovat u sériové výroby. Pouze takto je možné ověřit, zda nově vytvořený výrobní proces splňuje všechny požadavky a specifikace výrobku. Tým má také možnost si projít všechny procesní kroky, ověřit platnost průběhového diagramu výrobního procesu a plnění plánu kontroly a řízení.

Validace je tedy ověřování plnění zákaznických požadavků. Aby bylo zajištěno, že dodavatel správně pochopil zákaznické specifikace a konstrukční dokumentaci, využívají společnosti v automobilovém průmyslu metodu PPAP (AIAG, 2006). Jedná se o podvojnou kontrolu splnění požadavků a jejich verifikaci, kdy dodavatel předloží výsledky dodržení specifikací spolu se vzorkem výrobku a zákazník posoudí, zda vše vyhovuje specifikacím i z jeho pohledu. Typickými dokumenty, které se předkládají v rámci PPAP, jsou:

- rozměrový protokol,
- analýza systému měření (MSA),
- vývojový diagram procesu,
- plán kontroly a měření,
- FMEA,
- IMDS report,

- materiálové nebo jiné testy a další.

Úplný výčet dokumentace je uveden v podkapitole 2.1. Proces schvalování dílů do sériové výroby (PPAP).

Po předložení všech důkazů o shodě se zákaznickými požadavky vyplní dodavatel průvodku o předložení dílu (PSW). Představitel zákazníka v případě shody potvrdí PSW a schválí tak výrobek i proces do fáze sériové výroby.

1.2.5 Zpětná vazba a posouzení nápravných opatření

Poslední fáze APQP je ve své podstatě nikdy nekončícím procesem. Tento fakt je patrný i z výše znázorněného schématu plánování kvality APQP (viz obrázek 3), které ukazuje zastoupení zpětné vazby a posouzení nápravných opatření po celou dobu projektu až do jeho ukončení. Výsledky této fáze však s projektem nezaniknou a přenášejí se jako vstupy do projektů dalších.

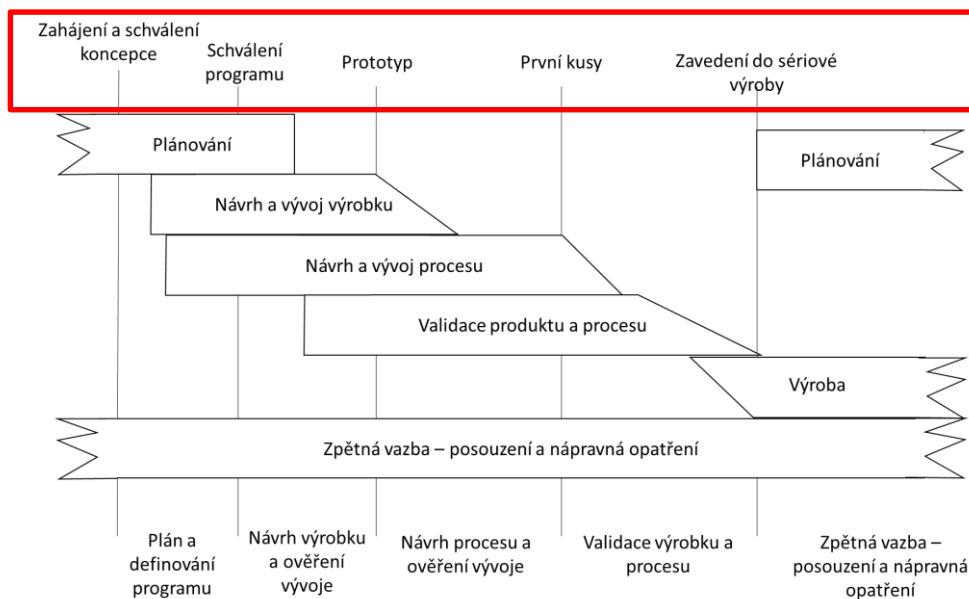
Hlavním nástrojem zpětné vazby je statistická regulace procesu (SPC). S pomocí regulačních diagramů a dalších statistických nástrojů poskytuje zpětnou vazbu o způsobilosti a výkonnosti procesů, která poskytuje prostor pro další zlepšování kvality (Blecharz, 2011). Nejedná se pouze o statistickou kontrolu uvnitř podniku. Dodavatelé poskytují své statistické údaje, stejně tak jako zákazníci sdílejí své výsledky s dodávaným produktem ve výrobě nebo ve fázi užití (Stamatis, 2015). Analýza těchto výsledků a implementace následných nápravných opatření vede k naplnění procesu, který je v terminologii řízení kvality označován jako neustálé zlepšování. Celý cyklus se tak vrací ke svému počátku, kdy minulé zkušenosti a poznatky byly brány jako vstupy při první fázi APQP Plánování a definování programu.

1.3 Milníky APQP

Milníky v plánování APQP ukazují další návaznost na teorii řízení projektů. Časový plán projektu, vytvořený během první fáze APQP, znázorňuje typicky na úsečkovém grafu jednotlivé úkony v čase. Samotný graf však nezahrnuje vzájemnou propojenost úkonů a důležitost jejich včasného splnění. A graf, který neukazuje vzájemnou propojenost mezi jednotlivými činnostmi, ztrácí v plánování jakéhokoli projektu význam (Rosenau, 2007). Pro stanovení těchto vazeb se používají síťové grafy nebo jiné nástroje projektového řízení. Pro účely této práce

je však důležitější spíše interpretace výsledků vazeb a k tomu jsou užívány právě milníky.

Pravděpodobně nejlepší definice milníků je taková, která je popisuje jako události, které lze snadno kýmkoliv ověřit a musí být před každým postupem schváleny (Rosenau, 2007). Milníky rozdělují projekt na několik částí, definuje v nich nezbytné úkony a tým po každé části hodnotí jejich splnění. Typické rozložení milníků v plánu APQP zobrazuje obrázek 4.



Zdroj: (CHRYSLER CORPORATION, 2008)

Obr. 4 Rozložení milníků v APQP

Při tvorbě milníků je důležité mít na paměti jejich dostatečný rozsah a výběrovost v rámci projektu. V případě, kdy se zvolí příliš mnoho milníků, stanou se nevýznamnými a jejich role v projektu se ztrácí.

V praxi může být podoba milníků vcelku jednoduchá, ale také více rozpracovaná a detailnější. V rámci vnitropodnikového vývoje jsou tak často používány pouhé zaškrťovací seznamy (tzv. checklisty), kdežto pokud jsou milníky využívány k reportování a komunikaci se zákazníkem, bývá jejich podoba složitější. Některé podniky vyžadují individuálně posoudit plnění každého kroku procentuálním vyjádřením, častější je však varianta s barevným označením. Označení jsou v barvách semaforu, tedy zelená, žlutá, červená. Interpretace těchto ukazatelů bývá však v praxi různá a proto je důležité dbát na jednotný postup označování u

odesílatele i příjemce (Stamatis, 2015). Klasické hodnocení barevné škály je následující:

- Zelená ■ – krok bude proveden včas před milníkem a bude vyhovovat kvalitativním požadavkům. Při tomto hodnocení se postupuje do další fáze.
- Žlutá ■ – udělení tohoto hodnocení indikuje neschopnost kroku vyhovět kvalitativním požadavkům nebo termínovému omezení milníku. Toto hodnocení může být uděleno pouze před datem milníku a vyžaduje zvýšenou pozornost projektového týmu. Pro žlutě ohodnocený krok musí být vypracován plán nápravy ke splnění požadavků.
- Červená ■ – nejhorší označení stavu značí, že krok nesplní kvalitativní požadavky v daném termínu a není pro něho vypracován plán nápravy. Takto označený krok vyžaduje okamžitou pozornost týmu, protože by mohl ohrožit celý projekt. V případě, že dojde k nápravě po datu milníku, musí tento krok i nadále zůstat červený. Jako důkaz zlepšení se mu přiřadí zelené označení při hodnocení milníku následujícího.

2 Metody a nástroje v předsériové fázi životního cyklu výrobku

Pro dosažení dílčích cílů a milníků APQP jsou používány různé metody a nástroje. Firma si může zvolit dle svého vlastního uvážení, který přístup je pro danou problematiku nejvhodnější v podobě uspokojení zákaznického požadavku. Jak již ale bylo zmíněno, automobilový průmysl má snahu skrze své standardy a certifikace sjednotit přístup společností napříč svým dodavatelským řetězcem. Existují tedy metody a nástroje, vycházející z teorie managementu kvality, které standardizují a inspirují počínání společností v jejich snažení. Tyto metody a nástroje jsou popsány v následujícím textu.

2.1 Proces schvalování dílů do sériové výroby (PPAP)

Proces schvalování dílů do sériové výroby je přímo vnořen do metodiky APQP, konkrétně do části validace výrobku a procesu. Tento nástroj má za úkol stanovit, zda byly všechny inženýrské, designové a specifikační požadavky správně pochopeny dodavatelem a zda je v silách výrobního procesu produkovat výrobky, které budou stabilně dosahovat všech požadavků při dané intenzitě výroby (AIAG, 2006). Dle Stamatis má přímé napojení na APQP za následek, že pokud dodavatel důsledně prošel celým procesem pokročilého plánování kvality výrobku, nemělo by pro něho být složité nebo časově náročné zpracovat PPAP. Tuto myšlenku také podporují výsledky případových studií, kdy měly společnosti potíže při prvotní aplikaci procesu PPAP, avšak s přibývajícím znalostí procesu a jeho fungování byly schopné využívat benefity v podobě lepší komunikace se zákazníkem, kvalitnější dokumentace nebo odhalování možných chyb již ve fázi plánování projektu (Doshi, a další, 2016).

Stamatis dále identifikuje šest základních otázek, na které se proces PPAP soustředí. Těmito otázkami jsou (Stamatis, 2015):

- Existuje vlastník procesu?
- Je proces definován?
- Je proces zdokumentovaný?
- Existuje propojení procesu do výroby?
- Je proces monitorován, analyzován a zlepšován?

- Jsou udržovány záznamy?

Výše zmíněné otázky a celý proces PPAP se vždy soustředí na výrobek, nikoliv na výrobu jako celek. Je to dáno individuálními požadavky zákazníka nebo zákazníků na jednotlivé výrobky. Individuální přístup k PPAP je dán také implementací zákaznických požadavků na dodávané díly, které jsou typicky popsány v dodavatelských manuálech a které je společnost povinna začlenit do svého systému managementu kvality (ISO/TS_16949, 2009). Splnění zákaznických požadavků je reportováno zpět zákazníkovi a právě proces schvalování dílů do sériové výroby poskytuje jasný přehled o těchto požadavcích. Seznam nezbytných informací záleží na individuální domluvě se zákazníkem, měl by však obsahovat minimálně těchto 18 prvků (Stamatis, 2015):

1. Konečný design – Jedná se o doklad o finální podobě a vlastnostech výrobku, na jehož základě začne společnost s výrobou. Jako doklad slouží typicky tištěná verze výkresu, která je dodávána společně s objednávkou. Všechny vlastnosti výrobku na výkrese musí být označeny kruhovým symbolem s číslem (angl. ballooned) a přímo spojeny s výsledky měření a zkoušek.
2. Potvrzení o změně – Záznam, který identifikuje případnou změnu ze strany zákazníka, která zatím není zakomponována do designu výrobku. Pokud je změna potvrzena, zahajuje se změnové řízení a již změněná dokumentace je obsahem konečného odevzdání PPAP.
3. Schválení inženýra – Pokud je to vyžadováno zákazníkem, je nutné dodat potvrzení zákazníka o provedení zkušební zástavby.
4. FMEA designu – Kopie DFMEA, přezkoumaná a potvrzená ze strany dodavatele i zákazníka. Pokud je odpovědnost za design na straně zákazníka, nemusí zákazník tento dokument sdílet s dodavatelem. V opačném případě je však zaslání DFMEA zákazníkovi povinné. V každém případě je nezbytné, aby byly identifikovány a projednány ty vlastnosti, které mají přímý vliv na výrobu a mohou ji ovlivnit, čímž je umožněno jejich zakomponování do procesní FMEA. Metodu FMEA dále rozpracovává podkapitola 2.2 FMEA.

5. Průběhový diagram – Kopie průběhového diagramu procesu, který zachycuje všechny kroky ve výrobním procesu, včetně příchozích komponentů.
6. FMEA procesu – Kopie procesní FMEA, potvrzená dodavatelem i zákazníkem. Tento dokument se řídí dle průběhového diagramu procesu a identifikuje v každém jeho bodu možné chyby z pohledu výroby nebo montáže.
7. Plán kontroly a řízení – Plány kontroly a řízení bere výstupy procesní FMEA a detailně rozepisuje, jak jsou potenciální chyby kontrolovány na vstupu, během výroby nebo na finálním produktu. Téma plánů kontroly a řízení dále rozpracovává podkapitola 2.3. Plán kontroly a řízení.
8. Analýza systému měření (MSA) – Tato analýza obsahuje typicky R&R studii pro měřidla užitá k měření kritických rozměrů a potvrzení, že všechna použitá měřidla jsou dostačující a kalibrovaná. Další informace o této metodice jsou obsaženy v podkapitole 2.5. Analýza systémů měření (MSA).
9. Výsledky měření rozměrů – Seznam všech rozměrů a charakteristik, které byly označeny kruhovou značkou na výkresu konečného designu. Vedle každé charakteristiky je zaznamenáno její toleranční rozpětí a poté získané náměry. Typicky se používá minimálně 6 vzorků pro náměry s tím, že musí být zastoupeny všechny použité části výroby, tedy výrobní linky, kavity, barvy atd. (AIAG, 2006). Na rozměrových protokolech je nutné uvést mimo čísla dílu také jeho změnový index a datum provedení měření.
10. Výsledky materiálových a výkonnostních testů - Souhrn vykonaných testů na díle, který udává, kdy byl který test vykonán, jaké byly jeho specifikace a výsledky. Splnění požadavků materiálových a výkonnostních testů je typicky schvalováno zákazníkem a jsou v něm obsaženy i materiálové listy. Zákazníci v automobilovém průmyslu vyžadují také zanesení výrobku do mezinárodního systému materiálové databáze IMDS.
11. Statistická regulace procesu – Tato část zobrazuje všechny výstupy z průvodních náměrů pro statistickou kontrolu procesu (SPC), které mají vliv na kritické vlastnosti výrobku. Cílem je prokázat, že proces, přímo

ovlivňující kritické vlastnosti, je pod kontrolou a přibližuje se své nominální hodnotě.

12. Laboratorní výsledky – Všechny testy popsané v bodu 10., které vyžadují testování laboratoře, musí být doloženy příslušným potvrzením z této instituce. Testy v laboratořích se mohou zaměřovat na složení a vlastnosti materiálu, jako je to například v případě testů hořlavosti, ale také na mechanické vlastnosti celého dílu nebo sestavy. Zákazník má právo přímo identifikovat potřebnou kvalifikaci laboratoře pro testy a použití určité laboratoře podléhá zákaznickému schválení.
13. Schválení vzhledu – Pokud se jedná o výrobek, který bude přímo vystaven zákazníkovi na očích (tzv. vzhledový díl), je nutné doložit potvrzení zákazníka o schválení vzhledu dílu. V automobilovém průmyslu se jedná typicky o díly exteriéru a interiéru, kde je například špatná povrchová úprava dílu snadněji zpozorována koncovým zákazníkem než třeba v prostoru uložení motoru.
14. Vzorky – Pro účely PPAP musí dodavatel odevzdat zákazníkovi vzorky z první výroby, a to v množství určeném zákazníkem.
15. Master vzorek – Jedná se vzorek dílu, který slouží jako předloha pro další úkony v rámci vývoje projektu. Vzorek je potvrzen jak dodavatelem, tak i zákazníkem a používá se typicky pro školení pracovníků výroby ve smyslu odhalení vizuálních nebo jiných nesrovnalostí dílů z výroby právě oproti tomuto vzorovému dílu.
16. Kontrolní zařízení – Pokud je na kontrolu dílu vyžadována speciální technika nebo nástroje, je nutné zákazníkovi doložit obrázek tohoto zařízení a záznam o jeho kalibraci. Pro doložení kalibrace musí být použita jedna z metod analýzy systémů měření (AIAG, 2006), popsaných v podkapitole 2.5. Analýza systémů měření (MSA). Mimo popisu zařízení a potvrzení jeho způsobilosti je zákazníkovi předkládán také rozměrový protokol a návrh zařízení, čímž se zákazníkovi umožňuje zřídit stejné kontrolní podmínky na vstupu, jako jsou na výstupu dodavatele.
17. Zvláštní požadavky zákazníka – Organizace musí mít záznamy o splnění požadavků, které jsou typické pro zákazníka. Většina požadavků je

obsažena v obecné instrukci pro dodavatele, kterou zakomponuje do svého managementu kvality, ale zákazník může vznést i další požadavky.

18. Průvodka předložením dílů – Tento dokument, známý pod zkratkou PSW, poskytuje souhrn všech částí PPAP a stanovuje, zda je díl připravený pro uvolnění do sériové výroby. Dodavatel musí na PSW uvést, že byly všechny požadavky zákazníka splněny a je povinen zákazníka informovat v případě opaku. První, krycí list PSW obsahuje také důvod pro předložení PSW a úroveň schválení, odvozenou z míry splnění požadavků. Jeho podoba se může lišit v závislosti na zákazníkovi a ten do něho může zakomponovat své další požadavky, které byly dodavatelům uloženy v rámci procesu PPAP. Jako příklad může sloužit krycí list PSW dle požadavků VDA 2, zobrazený v příloze číslo 2.

2.1.1 PPAP status

Poté, co dodavatel odevzdá veškerou nutnou dokumentaci a zašle vzorky zákazníkovi, dostane se mu jedné ze tří možných odpovědí. Tou první je úplné uvolnění dílu zákazníkem a jeho spokojenost s plněním požadavků. Tímto schválením je dodavatel oprávněn dodávat díly v sérii. V případě tohoto hodnocení není nutné podnikat další kroky.

Druhou možností hodnocení je podmíněčné uvolnění, které i přes menší neshody s požadavky uvolní díly s platností na určitou dobu nebo množství dodaných dílů. Podmínečné uvolnění nelze vydat bez předešlého schválení plánu nápravných opatření k odstranění neshody. Na podmíněčně uvolněné díly je zpravidla použita zpřísněná kontrola jak na straně dodavatele, který musí zaručit, že pouze použitelné díly jsou odeslány, tak i na straně zákazníka při vstupu. Poté, co jsou vyřešena nápravná opatření, je vyžadováno opětovné odevzdání kompletní dokumentace PPAP ke schválení s cílem získat pro všechny díly status plného uvolnění (AIAG, 2006).

V případě, že dodavatel nebyl schopen splnit požadavky dané zákazníkem, je udělen dílu status zamítnutí. Při tomto hodnocení je nutné přijmout nápravná opatření a dosáhnout statusu uvolněno před první dodávkou dílů.

2.1.2 Úrovně předložení a schválení PPAP

PPAP může být předložen a schválen celkem na pěti úrovních. Liší se od sebe množstvím poskytnutých informací pro schválení a místem jejich kontroly. Referenční příručka pro PPAP vymezuje úrovně schválení takto (AIAG, 2006):

- Úroveň 1 – V případě schválení na první úrovni přísluší povinnost přezkoumat celou PPAP dokumentaci dodavateli, který poskytne zákazníkovi pouze PSW a zbylou dokumentaci i se vzorky předkládá na vyžádání.
- Úroveň 2 – Dodavatel předkládá PSW, společně se vzorky a omezenou dokumentací.
- Úroveň 3 – Považována za výchozí pro většinu dodavatelů v automobilovém průmyslu. V tomto případě dodavatel předkládá PSW, vzorky a také kompletní dokumentaci k přezkoumání a schválení zákazníkem. V rámci uvolnění typicky přijíždí zákazník k dodavateli provést audit.
- Úroveň 4 – Dodavatel předkládá PSW a další výsledky dle požadavku zákazníka.
- Úroveň 5 – Požadavky pro tuto úroveň schválení jsou identické jako ty pro úroveň 1 (Stamatis, 2015), pouze s tím rozdílem, že je vyžadována přítomnost zákazníka při přezkoumání dokumentace v dodavatelském závodě.

2.2 FMEA

Metoda FMEA slouží pro identifikaci potenciálních chyb v procesu, systému nebo konstrukci a umožňuje uživateli tyto chyby odstranit nebo jim předejít ještě před samotnou implementací. V českém překladu se jedná o *Metodu zjišťování možných chyb a jejich důsledků*, v praxi se však používá již zmíněná zkratka anglického originálu. Jako první použila tuto metodu NASA při projektu Apollo (Machan, a další, 2008) a tato aplikace přímo poukazuje na výhody využití FMEA analýzy. Při vesmírném průzkumu je totiž nemožné, nebo přinejmenším velmi nákladné, opravit nastalou chybu po zahájení akce. Analogicky je přístupováno k sériové výrobě, která po zahájení musí plnit výrobní plán a jakýkoliv zásah do

jejího systému řízení nebo do vybavení přináší potenciální dodatečné náklady a ohrožuje plynulost výroby. To má poté negativní vliv na výkonnost podniku a dochází ke ztrátám na zisku. Při plánování vývoje projektu je tedy nezbytné zohlednit všechny faktory, které by mohly mít vliv na budoucí výkon a spolehlivost.

FMEA je využívána v mnoha odvětvích, ale nejpoužívanější variantou je bezesporu americká verze, určená pro automobilový průmysl a vydaná skupinou AIAG (Stamatis, 2015). Tento standard začíná s rozčleněním komponentu nebo procesu na jednotlivé bloky a poté přistupuje ke zhodnocení, jak by mohl právě ten který blok selhat. Toto je nazýváno vadou.

Vada je nejprve definována sama o sobě, poté jsou stanoveny její potenciální příčiny a důsledky. Vady jsou poté hodnoceny na základě tří kritérií, které Machan (Machan, a další, 2008) překládá následovně. První hodnotí, jaká je četnost výskytu vady. Druhé kritérium posuzuje závažnost případné vady v kontextu funkčnosti produktu nebo dopadu na plnění zákaznických požadavků a třetí kritérium je zaměřeno na odhalitelnost vady v procesu. Následuje výpočet takzvaného Rizikového prioritního čísla dle rovnice (1):

$$RPN = S \times O \times D \tag{1}$$

kde:	RPN	Rizikové prioritní číslo (Risk priority number)
	S	Závažnost (Severity)
	O	Četnost (Occurrence)
	D	Odhalitelnost (Detection)

Závažnost, četnost i odhalitelnost nabývají hodnot 1-10. Závažnost na hodnotě jedna naznačuje, že vada pravděpodobně nebude mít žádný vliv na zákazníka. Četnost s hodnotou 1 znamená, že je výskyt vady nepravděpodobný a odhalitelnost na hodnotě 1 indikuje snadno odhalitelnou vadu. Naproti tomu hodnoty 10 poukazují na vadu, která ohrožuje bezpečnost zákazníka nebo se bude neustále vyskytovat, popřípadě je velmi těžko odhalitelná.

Rizikové prioritní číslo nabývá hodnot 1-1000 a čím vyšší číslo je, tím urgentnější jsou nápravná opatření k předejití vady. Přestože se mnoho společností řídilo a stále řídí dle RPN, je nutné hodnotit především hodnotu ukazatele S jako nejdůležitější a prioritní (AIAG, 2008). Každá společnost si může individuálně

zvolit, které hodnoty závažnosti budou fungovat jako prioritní. V každém případě není vhodné posuzovat vadu pouze dle výsledné hodnoty RPN.

Veškeré informace, které jsou doposud vloženy do analýzy FMEA, nelze již zpětně měnit. Je naopak žádoucí protokol FMEA aktualizovat a doplňovat v případě, že se objeví nové vady či nová opatření k odstranění vad. Typicky se provádí aktualizace FMEA v případě zákaznické reklamace.

2.3 Plán kontroly a řízení

Plány kontroly a řízení (také „kontrolní plány“) představují nástroj k zajištění splnění požadavků zákazníka přímo ve výrobě. Tento dokument zachycuje nejdůležitější vlastnosti a charakteristiky produktu nebo procesu, které by měly být pravidelně kontrolovány a posuzovány. Úkolem kontrolního plánu je také zachytit ty vstupy do výrobního procesu, které by mohly způsobit variace ve výsledku a tyto vlivy pokud možno co nejefektivněji eliminovat. Tento dokument by měl být udržován jako živý dokument (CHRYSLER CORPORATION, 2008), který bude doplněn v případě zjištění nové charakteristiky ke kontrole, nebo naopak při zjištění, že kontrola jisté charakteristiky není již vyžadována. Udržování kontrolního plánu jako živého dokumentu přispívá ke zvýšení kvality v podobě snižování plýtvání, dále podporuje spokojenost zákazníka promítáním jeho požadavků do výrobního procesu a také usnadňuje komunikaci mezi jednotlivými články výroby.

Tvorba kontrolního plánu probíhá na meziútvárových jednáních, kde každý zástupce relevantního oddělení identifikuje pro něho důležité charakteristiky, které by měly být zaneseny do plánu kontroly a řízení. Vyslovit se tedy může představitel kvality pro kontrolu kritického rozměru, stejně tak jako například technolog pro pravidelnou kontrolu nastavení stroje nebo skladník pro kontrolu vlastností materiálu při příjmu do výroby. Z uvedených příkladů je vidět, že kontrolní plán nebere v potaz pouze měřitelné charakteristiky výsledného výrobku, ale také vlastnosti celého výrobního procesu. Kontrolní plány jsou vypracovávány pro tři základní předsériové fáze životního cyklu výrobku. Tyto fáze jsou:

- Prototypová – Popis rozměrových charakteristik, materiálových charakteristik a výkonnostních testů, které nastanou při výrobě prototypu.

- Před sériovou - Popis rozměrových charakteristik, materiálových charakteristik a výkonnostních testů, které nastanou po výrobě prototypu a před zahájením sériové výroby
- Výrobní – Komplexní dokumentace, shrnující výrobní a procesní charakteristiky, procesní kontroly, testy a systémy měření, které nastanou při sériové výrobě

Dokument má předepsanou podobu, která je modifikovatelná dle individuálních potřeb společnosti, nicméně musí obsahovat základní informace. Příklad kontrolního plánu s obsaženými základními informacemi lze nalézt v příloze 1. Jednotlivé body dále rozpracovává tabulka 1:

Tab. 1 Základní body kontrolního plánu

č.	Položka	Popis
1	Fáze před sériového životního cyklu	označení, zda se jedná o prototypový, před sériový nebo výrobní kontrolní plán
2	Číslo kontrolního plánu	označení určené k identifikaci a dohledatelnosti dokumentu
3	Číslo dílu a index	Číslo dílu a jeho poslední změnový index
4	Název dílu	Název nebo popis kontrolovaného dílu
5	Organizace / závod	Identifikace společnosti a oddělení / závodu, odpovědného za vytvoření kontrolního plánu
6	Identifikace dodavatele	Číslo společnosti dle požadavku zákazníka
7	Kontakt	Kontakt na osobu odpovědnou za kontrolní plán (email, telefonní číslo a jiné)
8	Jádrový tým	Může být stejný jako kontakt v bodě 7, nicméně se doporučuje distribuovat seznam všech členů jádrového týmu a jejich kontakty jako přílohu
9	Datum schválení	Datum schválení kontrolního plánu odpovědným

		výrobním oddělením / závodem
10	Datum vzniku	Datum sestavení prvního kontrolního plánu
11	Datum revize	Datum poslední aktualizace kontrolního plánu
12	Potvrzení inženýra	Potvrzení inženýra zákazníka (pokud vyžadováno)
13	Potvrzení kvality	Potvrzení kvality zákazníka (pokud vyžadováno)
14	Další potvrzení	Další potvrzení nutná ke schválení
15	Číslo dílu / procesu	Založeno na průběhovém diagramu. Pokud se jedná o sestavu, zde jsou vyčtena jednotlivá čísla dílů
16	Název / popis úkonu	Založeno na průběhovém diagramu. Popsáno tak, aby co nejlépe vystihovalo povahu úkonu
17	Stroj, zařízení, nástroj, přípravek	Zaznamenává všechno použité zařízení při výrobě
Charakteristiky (18,19,20)		Vlastnosti produktu, která umožňují sběr dat
18	Číslo	Číslo charakteristiky, zachycené i v dalších procesních dokumentech (výkres, průběhový diagram...)
19	Výrobek	Charakteristika výrobku, definovaná výkresem, inženýry nebo výstupem z jednání jádrového týmu. Lze také přidat další charakteristiky pro pravidelnou kontrolu
20	Proces	Proměnné v procesu, které mají vliv na identifikované charakteristiky výrobku. Jádrový tým by měl identifikovat co nejvíce těchto proměnných k minimalizaci variability procesu
21	Klasifikace speciální charakteristiky	Označení speciální charakteristiky dle zákaznického požadavku.
Metody (22-25)		

22	Specifikace a tolerance	Specifikace požadované charakteristiky a její tolerance, získaná z příslušného zdroje (výkres, materiálový list a jiné...)
23	Způsob měření /vyhodnocení	Identifikace systému měření. Může se jednat o jakékoliv testovací zařízení. Doporučuje se provést MSA analýza pro veškerá měřidla, použitá ve výrobě
24	Velikost a frekvence vzorku	Kdy a kolik vzorků se má během výroby odebírat (pokud vyžadováno)
25	Kontrolní metoda	Jeden z klíčových ukazatelů efektivního kontrolního plánu. Kontrolní metoda by měla být založena na předešlé analýze procesu a odrážet výsledky z plánování kvality (např. FMEA). Lze využít mimo jiné SPC nebo automatickou kontrolu
26	Reakční plán	Popis nápravných opatření k zamezení výroby neshodných dílů při procesu mimo kontrolu. V každém případě je nutné neshodné díly jasně identifikovat a oddělit od správné výroby.

Zdroj: (CHRYSLER CORPORATION, 2008)

Přestože kontrolní plán zachycuje důležité vlastnosti procesu a výrobku, nedá se považovat za náhradu pracovní instrukce. Plná pracovní instrukce detailně popisuje kroky nezbytné k výrobě a musí být na pracovišti vždy k dispozici společně s ostatní dokumentací.

2.4 Statistická regulace procesu (SPC)

Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce, každý krok, který je uskutečněný v plánování kvality, by se měl řídit zásadami neustálého zlepšování a s ním spojeného PDCA cyklu. Jedním z nejdůležitějších článků tohoto cyklu je analýza implementovaných postupů a zhodnocení jejich přínosnosti pro daný proces. Pokud totiž nelze prokázat úspěšnost zavedeného postupu, nelze ani rozhodovat o směru dalšího zlepšování. To platí také o relevanci daného postupu vůči

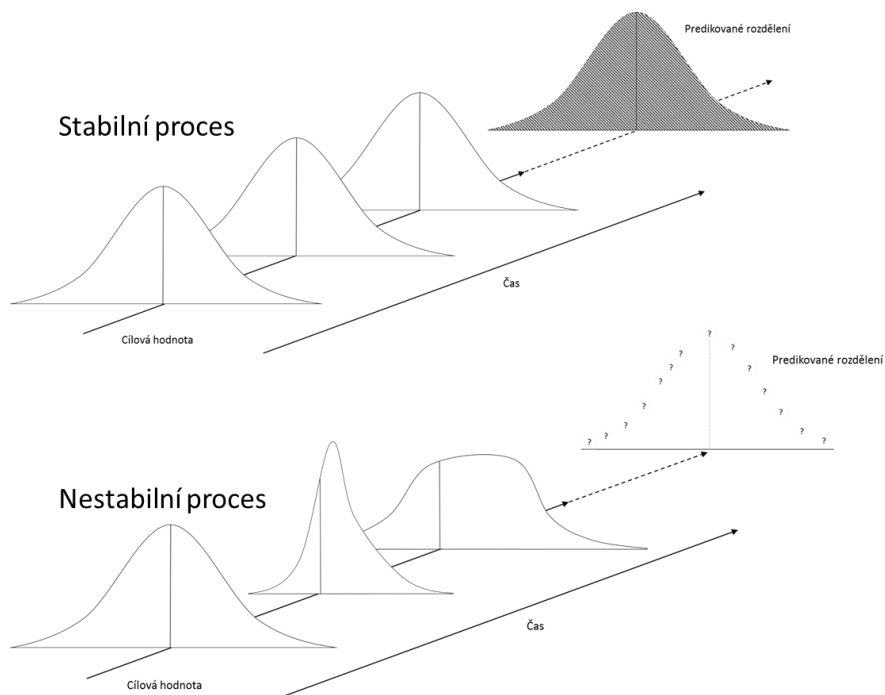
vlastnosti ke zlepšení. K analýze těchto vlastností procesu musí každá společnost v automobilovém průmyslu používat statistické nástroje, které jí pomůžou k lepšímu porozumění získaných dat (ISO/TS_16949, 2009). Jako nástroj slouží společností SPC, které umožňuje především pomocí analýzy variability v procesu předcházet vzniku neshodných dílů a nastavit fungování všech procesů na způsobilé a stabilní úrovni. Data mohou pocházet nejenom z výroby, ale také z jiných částí společnosti, například v podobě prodejního obrátu nebo dodacích časů. Nicméně tato práce bude uvažovat zavedení SPC ve výrobě.

2.4.1 Základní pojmy SPC

Statistická regulace procesu je prakticky orientovanou disciplínou statistiky a proto jsou statistické pojmy základem pro každého, kdo by chtěl SPC používat. Mimo těch základních, jako je průměr nebo rozptyl, se pracovníci při zajištění SPC setkávají i s pojmy méně obvyklými, přesto právě pro tuto činnost velmi důležitými. Tyto pojmy jsou vyčteny a stručně vysvětleny níže (Jarošová, a další, 2015):

- Sledovaný znak – veličina, která je předmětem sledování. Dělí se na znaky měřitelné a atributivní. Měřitelné znaky jsou určeny specifikací a lze je změřit. Jedná se typicky o měření rozměru nebo hmotnosti. Atributivní znaky sledují, zda je přítomná požadovaná vlastnost či nikoliv. Může se jednat o čistotu povrchu, barevnou stálost, funkčnost a další. Pozoruje se tedy, zda jsou jednotky shodné či neshodné, popřípadě počet neshod.
- Variabilita procesu – vnitřní vlastnost každého procesu, která do jisté míry zapříčiňuje nedostatek jeho opakovatelnosti. Variabilita se může projevit na vstupu, ale také přímo ve výrobním procesu. Jejím zdrojem může být obsluha, materiál, stroj a zařízení, metoda, měření nebo okolní prostředí. Analýzou vlivů na variabilitu a postupným snižováním jejich účinku se docílí celkového snížení variability na výstupu. Metodika SPC dělí příčiny variability na zvláštní a náhodné.
- Zvláštní příčina – jedná se o působení vlivů, které se za běžných podmínek v procesu nevyskytují. Z nich vzešlé nepřírozené kolísání údajů z výstupu ovlivňuje hodnocení celkové variability. Odstranění zvláštní příčiny variability obvykle vyžaduje zásah osoby, která má k procesu nejbližší a dokáže identifikovat její zdroj.

- Náhodná příčina – jedná se o široké spektrum malých vlivů, které společně přispívají k celkové variabilitě. Odstranění těchto příčin je často časově i finančně náročné, vyžaduje dodatečné investice do technologií, systémů a strojního zařízení.
- Stabilita procesu – také identifikována jako predikovatelnost procesu. Je to schopnost procesu udržovat úroveň i variabilitu procesu neměnné. V případě stabilního procesu na něj působí pouze náhodné příčiny variability a všechny zvláštní příčiny jsou eliminovány. Takový proces se nazývá statisticky zvládnutý, pod kontrolou. Predikovatelnost procesu se projevuje v jeho rozdělení v čase, které je stejné a lze ho tedy předpovídat. Příklady stabilního a nestabilního procesu zobrazuje obrázek 5.
- Způsobilost procesu – definována jako míra schopnosti procesu trvale vyhovovat požadavkům zákazníka. Požadavky bývají zadány v podobě dvoustranných či jednostranných tolerančních mezí, v mnoha případech je také zadána cílová nebo nominální hodnota.



Zdroj: (Jarošová, a další, 2015)

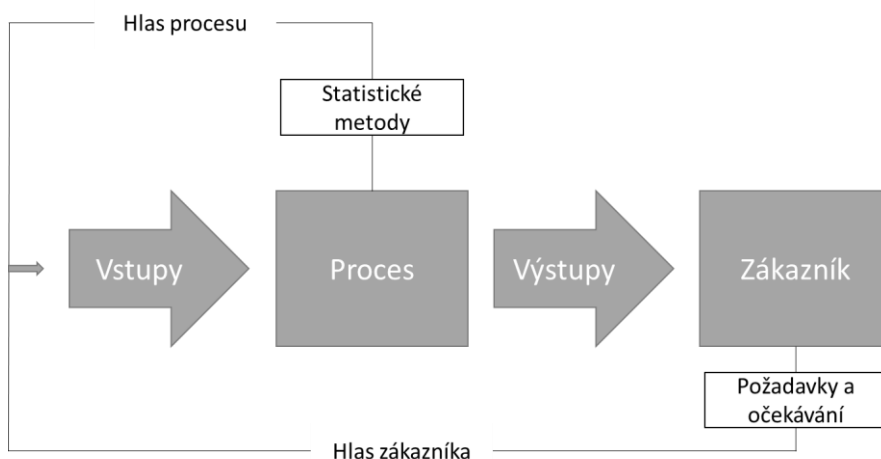
Obr. 5 Stabilní a nestabilní proces

2.4.2 SPC z pohledu managementu

Protože se neustálé zlepšování soustředí na proces, je nutné pro každý proces nejprve přesně definovat čtyři základní vlastnosti (Stamatis, 2015):

- Vstupy – Materiál nebo data, která budou procesem přetvořena ve výstupy. Vstupem můžou být pracovníci, zařízení, metody, materiál, měření nebo prostředí.
- Proces – Činnost, vedoucí k přeměně vstupů na výstupy.
- Výstup – Výsledek přeměny vstupů procesem.
- Zpětná vazba – Informace, přicházející buď od zákazníka, nebo od procesu, která určuje změnu vstupu nebo procesu.

Identifikace výše zmíněných vlastností zaručí, že se SPC bude orientovat na proces a nikoliv na produkt. Produkt totiž tvoří pouze výstup z procesu a účelem zlepšování je odladit proces jako celek. Graficky je tento vztah znázorňuje obrázek 6. Z něho je patrná souvislost mezi zákaznickou zpětnou vazbou a jejím promítnutím do výrobního procesu. Přestože jsou to pouze výstupy (produkty), které jsou v zákaznickově zájmu a je ochoten za ně platit, jeho zpětná vazba se promítá do vstupů i do samotného procesu.



Zdroje: (Stamatis, 2015), (AIAG, 2005)

Obr. 6 Klasický SPC model

Takto strukturovaný proces je základním kamenem pro implementaci efektivního a fungujícího systému SPC, který umožní managementu porozumět celému procesu

od začátku do konce, identifikovat jeho cíle a také cesty k dosažení těchto cílů. Důraz je kladen především na klíčové prvky každého procesu, aby se zaručilo, že jsou výsledky odvozeny z relevantních ukazatelů. Správně identifikované prvky jsou potom základem pro neustálé zlepšování, které referenční příručka pro SPC doporučuje provádět dle těchto tří kroků (AIAG, 2005):

- Analyzuj proces – V tomto kroku je definována role daného procesu v celém systému a jeho přínos k neustálému zlepšování. V dalším kroku se pozornost zaměřuje na jednotlivé složky procesu a jejich možné zdroje selhání, tedy zdroje variability. K analýze dílčích částí procesu používá tým mimo otevřené diskuze i další nástroje projektového řízení, jako je například výše zmíněná FMEA. Je také nezbytné potvrdit, že proces je stabilní a splňuje předpoklad normality.

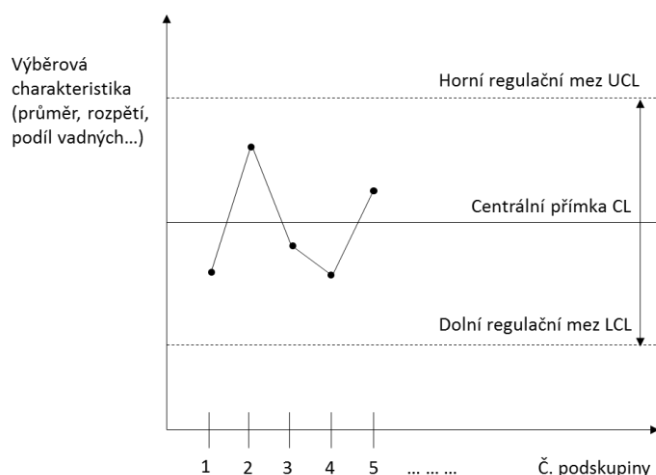
Stamatis k tomuto prvnímu kroku dále přidává ustanovení vlastníků procesů a příslušných odpovědností (Stamatis, 2015). Ještě dále tím rozvíjí podstatu procesního přístupu a pobízí kompetentní zaměstnance, aby v rámci svého procesu vytvořili kooperativní a otevřenou atmosféru, která zaměří pozornost týmu na neustálé zlepšování jejich části celkového procesu.

- Reguluj proces – Po důkladném porozumění procesu je na jeho vlastníkovi, aby určil, na základě jakých znaků bude proces hodnocen. Stejně tak musí stanovit odebrání vzorků, frekvenci měření a vypočítat hranice kolísání.
- Zlepšuj proces – Spousta společností často zůstane u druhého kroku, především z ekonomických důvodů, ale přitom poslední krok k neustálému zlepšování pomocí SPC je nejdůležitější. Jakmile totiž jsou odstraněny všechny zvláštní příčiny a proces je stabilní (pod kontrolou), vzniká prostor pro redukci náhodné veličiny a vyhlazení výrobního procesu. Nutno říci, že odstraňování náhodné veličiny z procesu není součástí SPC, nicméně je součástí neustálého zlepšování a v moderní společnosti by mělo probíhat v rámci snahy o dokonalost ve výrobě.

2.4.3 Nástroje SPC

Nejrozšířenějšími nástroji pro statistickou regulaci procesu v praxi jsou *regulační diagramy* (Nenadál, 2008). Pomocí těchto diagramů lze efektivně analyzovat variabilitu procesu a určit přítomnost zvláštních příčin. Jedná se o grafický,

uživatelsky nenáročný nástroj statistické regulace, který byl poprvé popsán a použit Dr. Walterem Shewartem ve dvacátých letech dvacátého století (AIAG, 2005). Typickou strukturu regulačního diagramu popisuje obrázek 7:



Zdroj: (Nenadál, 2008)

Obr. 7 Struktura regulačního diagramu

Na ose y jsou vyneseny hodnoty výběrové charakteristiky a na ose x jsou vyznačena čísla jednotlivých podskupin. Součástí regulačního diagramu je také centrální přímka (CL) spolu s přímkami horní a dolní regulační meze (UCL, LCL). Poloha hodnot pouze uvnitř těchto regulačních mezí umožňuje konstatovat, že na určené hladině pravděpodobnosti působí na proces pouze náhodné příčiny. Nejčastěji se pravděpodobnost volí na úrovni 99,7%, čímž se určuje poloha regulačních mezí od centrální přímky ve vzdálenosti trojnásobku směrodatné odchylky na obě strany. Klasických Shewartových regulačních diagramů je hned několik a jejich vhodný výběr závisí na typu sledovaného znaku, rozsahu výběru a dalších podmínkách. Diagram, jak postupovat při výběru vhodného Shewartova diagramu je uveden v příloze 3. Obecně platí, že je výhodnější zapojit regulaci měřením tam, kde je to možné. Je nutné si však uvědomit, že tato regulace předpokládá normální rozdělení dat, jejich dostatečný počet a vzájemnou nezávislost, konstantní rozptyl, konstantní střední hodnotu a citlivost na změny v procesu. Všechny tyto předpoklady je třeba ověřit příslušnými grafy a testy statistické hypotézy. Pouze při splnění všech předpokladů lze použít klasické Shewartovy diagramy. V opačném případě je nutné přistoupit k alternativním metodám statistické regulace. Nějaká forma statistické regulace je však více než

žádoucí a v případě automobilového průmyslu je dokonce předepsána normou (ISO/TS_16949, 2009).

V širším pojetí je součástí SPC také analýza způsobilosti procesu. Analýza způsobilosti procesu určuje míru spolehlivosti, s jakou hodnoty sledovaného znaku kvality odpovídají specifikaci, určenou požadavky zákazníka (Jarošová, a další, 2015). Získané informace jsou důležité pro zákazníka i pro dodavatele, neboť hodnotí stabilitu výrobních podmínek a dodržování předepsaných kritérií kvality. Hodnocení probíhá pomocí indexů způsobilosti a pro jeho realizaci je nutné mít k dispozici toleranční meze. Pro způsobilost procesu jsou typickými indexy C_p a C_{pk} , které hodnotí potenciální a skutečnou způsobilost procesu. Index C_p hodnotí potenciální způsobilost procesu, tedy jaké jsou jeho možnosti se vejít do stanovených mezí (tyto meze musí být pro účely stanovení C_p oboustranné). Výpočet indexu C_p se provádí dle rovnice (2):

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \tag{2}$$

kde: USL Horní toleranční mez
 LSL Dolní toleranční mez
 σ Směrodatná odchylka

Index C_p však neodpovídá na otázku, jak je tento potenciál doopravdy využit. Využití potenciálu lze stanovit zohledněním polohy procesu vůči tolerančním mezím a právě pro tento účel se používá index C_{pk} . V případě výpočtu tohoto indexu již není nutné, aby byly stanoveny obě toleranční meze, ale lze jím také určit způsobilost jednostranně omezených procesů. C_{pk} se vyhodnocuje jako menší ze dvou ukazatelů CPU a CPL, které se vypočítávají dle rovnice (3):

$$CPU = \frac{USL - \mu}{3\sigma}$$

$$CPL = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \tag{3}$$

kde: USL Horní toleranční mez
 LSL Dolní toleranční mez
 σ Směrodatná odchylka

μ Střední hodnota

Pro hodnocení způsobilosti procesu se jako mezní hodnota v automobilovém průmyslu pro C_p i C_{pk} používá 1,33 pro data z delšího časového úseku, respektive 1,67 pro data sebraná z jedné výrobní dávky. Stamatis však doporučuje, především při kontrole dodavatelského procesu z pohledu zákazníka, přihlížet spíše k ukazateli výkonnosti procesu P_{pk} . Tento ukazatel se liší od C_{pk} způsobem výpočtu směrodatné odchylky a místo jejího odhadu pracuje přímo s daty z procesu (Stamatis, 2015), nebere ale v potaz zvláštní příčiny variability procesu. Pokud je tedy výrazný rozdíl mezi indexem C_{pk} a P_{pk} , lze v procesu předpokládat přítomnost zvláštní příčiny variability.

2.5 Analýza systémů měření (MSA)

Plánování kvality a kvalita jako taková vždy spoléhá na analýzu dat. Vše, co se dá změřit, je považováno za průkazné a je možné z toho vyvodit závěry pro další počínání. Může se jednat o měření všech rozměrů a specifikací výrobku během jeho prvotního uvolnění v rámci projektu, ale také to mohou být výsledky několikaletého sběru dat ze sériové výroby, na kterých rozvíjí společnost své zkušenosti a může se neustále zlepšovat. Jakékoliv změně výrobního procesu by měla předcházet důkladná analýza dat, která nám pomocí statistických nástrojů umožní určit přesnější odhad změny a jejího dopadu na výsledek (DAIMLERCHRYSLER CORPORATION, 2010). Na přesných datech je závislá i efektivní spolupráce mezi dodavatelem a zákazníkem. Zákazník je totiž vždy přímo závislý na kvalitě výstupu svého dodavatelského řetězce. A pokud je dodavatel schopen kvalitu své výroby prokázat a podložit spolehlivými daty, vytváří tím u svého zákazníka důvěru. Potřeba kvalitních dat se nepopíratelně prolíná skrze všechny činnosti výrobního podniku a v souvislosti s daty je nutné zdůraznit jednu jejich vlastnost. Spolehlivost.

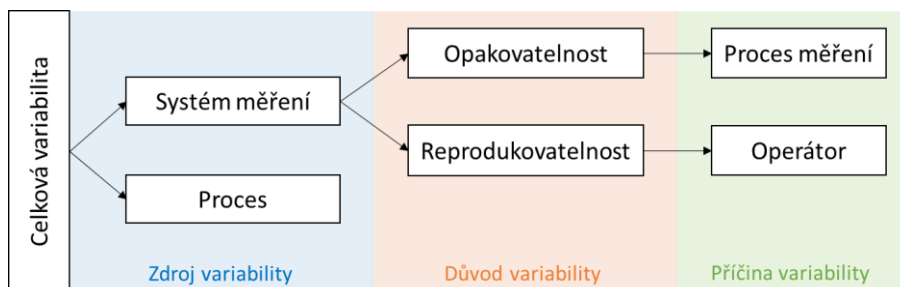
Spolehlivost dat se promítá v jejich soudržnosti a porovnatelnosti. Jak již bylo zmíněno, data mohou být sbírána ve výrobě po několik měsíců nebo let a abychom byli schopni je navzájem porovnávat, musí být v konsistentní formě. Je proto nezbytné mít k dispozici kvalitní systém měření, který nám tato konsistentní data poskytnou. Hodnocení systému měření se provádí porovnáním výsledků

několika statistických ukazatelů. Jako základní je definováno těchto šest ukazatelů (Nenadál, 2008):

- Strannost – vyjadřuje celkovou systematickou chybu měření. Je vyjádřena rozdílem mezi aritmetickým průměrem výsledku opakovaného měření vybraného znaku kvality a přijatou referenční hodnotou. Vyhodnocení probíhá pomocí t-statistiky.
- Shodnost – charakterizuje působení náhodných chyb měření a její míra je obvykle vyjádřena jako neshodnost v podobě směrodatné odchylky výsledků měření.
- Opakovatelnost – zkoumá změny výsledků měření v čase. Aby se docílilo relevantních výsledků, opakovaná a nezávislá měření provádí stejný pracovník, na stejném místě, se stejným měřicím zařízením, stejnou metodou.
- Reprodukovatelnost – hodnotí variabilitu středních hodnot opakovaného měření, při kterých došlo ke změně podmínek. Zpravidla se jedná o změnu operátora, popřípadě změnu použitého měřidla nebo stanoviště.
- Stabilita – podobná jako v případě stability procesu, popsané v předešlé podkapitole. Používá regulační diagramy, na kterých jsou vyneseny výsledky měření referenčního vzorku v čase. Vyhodnocení stability systému měření má za úkol zhodnotit dopad faktorů, které se mohly v čase změnit a ovlivnit výsledky měření. Takovým faktorem může být například recalibrace, změna intenzity osvětlení, změna vlhkosti prostředí a další.
- Linearita – hodnotí, zda existuje rozdíl v hodnotách strannosti měření v rámci předpokládaného rozsahu měření.

Výše zmíněné vlastnosti by měly být ověřeny při každé analýze systému měření. V automobilovém průmyslu jsou všechny společnosti povinny statisticky vyhodnocovat všechna použitá měřidla a měřicí systémy dle požadavku zákazníka (ISO/TS_16949, 2009). V praxi bývá nejčastěji uváděn požadavek na zpracování studie opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měření, známou pod názvem z anglického originálu *Gage R&R Study*. Tato studie analyzuje výsledky opakovaného měření, které pokrývají výrobní rozpětí a jsou sesbírány za různých

podmínek, typicky jiným operátorem. Výsledky umožňují odhadnout příčinu ve variabilitě naměřených údajů a navrhnout opatření pro odstranění těchto příčin. Použití tohoto rozhodovacího procesu znázorňuje obrázek 8.



Obr. 8 Příčina variability Gage R&R

3 Analýza reálně používaných metod v předvýrobních etapách automobilového průmyslu

Velkou část postupů pro pokročilé plánování kvality produktu, včetně používaných metod v rámci tohoto procesu, vydala již zmiňovaná AIAG, která na začátku každé publikace uvádí jednu důležitou poznámku. Tou poznámkou je, že se v případě těchto publikací jedná pouze o referenční příručky, které zachycují řešení nejčastějších situací, strukturu nejčastějších procesů nebo výčet základních požadavků na dokumentaci. Jakékoliv další kroky jsou již plně v rukou samotné firmy, která s těmito referenčními příručkami nakládá, a pokud bude její konání v souladu se základními principy daných příruček, může si své postupy přetvořit a optimalizovat dle vlastních potřeb. Účelem této kapitoly je tedy pohled na proces plánování kvality produktu v reálné společnosti se zaměřením na to, do jaké míry splňuje použití předepsaných postupů a jak jsi je přetvořila k obrazu svému. Záměrně byla zvolena společnost, která se nachází dále v dodavatelském řetězci a má technologicky homogenní výrobu. Tyto vlastnosti umožňují zjistit, jak funguje proces APQP, primárně navržený pro automobilky, ve společnostech o daleko menším počtu zaměstnanců a s daleko menšími zdroji. Takové společnosti musí celý systém optimalizovat a přizpůsobit svému vlastnímu procesu tak, aby i jim přinášel užitek. Smyslem pokročilého plánování kvality produktu je totiž usnadnit společnosti cestu za splněním zákaznických požadavků s důrazem na neustálé zlepšování a efektivitu, nikoliv slepý soulad s dogmaticky daným seznamem požadavků. Následující text hodnotí implementaci procesu APQP do systému řízení u dodavatele druhého řádu v automobilovém průmyslu. Je popsán jeho proces APQP tak, jak si ho zasadil do svého systému řízení a poté je popsáno použití jednotlivých nástrojů a metod v rámci procesu. Informace byly získány analýzou dokumentace společnosti, dále pomocí rozhovorů se zaměstnanci společnosti a také přímou kontrolou postupů ve výrobě.

3.1 Profil zkoumané společnosti

Výzkum byl proveden u společnosti Jiří Řebíček – Metalplast, s.r.o. (dále jen „společnost“) se sídlem v Poličce. Jedná se o rodinnou firmu, která byla založena roku 1992 jako výrobní firma pro vstřikování plastů. S postupem času byly vyráběny složitější a složitější formy, čímž získala společnost zkušenosti v oblasti vstřikování plastů a rozhodla se sama působit i v této oblasti. V současnosti je vstřikování plastů hlavní činností podniku, spolu se zmíněnou výrobou forem a nově také vstřikováním dílů z pryže. Všechny tři výroby jsou stavebně oddělené, nicméně se nachází v jednom areálu a jsou vedeny stejným týmem. Tato práce se bude zaměřovat výhradně na výrobu plastových dílů. Ve výrobě jsou desítky různých výrobků, které mohou vážit od jednoho gramu až po dva a půl kilogramu. Všechny díly jsou zákazníkem specifikované, což znamená, že společnost přijme již hotový výkres dílu a nijak se nepodílí na tvorbě jeho designu. Společnost má 59 zaměstnanců, z nichž většina se přímo podílí na výrobě. V managementu společnosti figuruje 8 zaměstnanců.

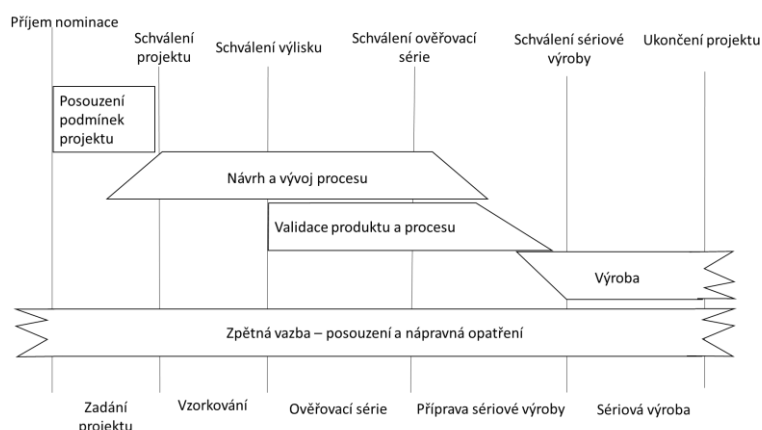
Zpočátku byla převážná část výroby orientována na spotřební průmysl. S postupem času ale přibývalo zakázek na výrobu dílů, které putovaly do automobilového průmyslu, a tak se firma dostala přirozeně do společnosti dodavatelů v tomto odvětví, kde působí od roku 2003. Již v té době byl cítit tlak ze strany zákazníků na to, aby měla firma certifikovaný systém managementu. V roce 2006 tedy proběhl první certifikační audit dle normy ISO 9001. To uspokojilo zákazníky ze spotřebního, potravinářského nebo strojního průmyslu, ale zákazníci z průmyslu automobilového požadovali další zlepšení v podobě certifikace dle ISO/TS 16949. Přibližně od roku 2010 začala tedy firma implementovat postupy, které jsou s touto automobilovou normou spojeny a připravovat se na certifikační audit, který proběhl a byl úspěšně splněn na konci roku 2014. Splnění certifikačních požadavků znamenalo, přinejmenším v oblasti vedení projektu, pouhé rozšíření a upravení již existujících požadavků zákazníků. Zákazníky jsou v případě zkoumané společnosti v drtivé většině dodavatelé prvního řádu, tedy přímí dodavatelé do automobilek. To odráží snahu automobilového průmyslu o uniformitu postupů, která je vidět i na vzájemném sladění požadavků normy ISO/TS 16949 a referenčních příruček AIAG.

3.2 Proces APQP vybrané společnosti

Společnost používá pro management projektu a pokročilého plánování kvality produktu vlastní offline formulář, ve kterém manuálně zaznamenává postup v daném projektu. Formulář má název *Plán vývoje projektu* a slouží jako plánovací, zaznamenávací i referenční nástroj. Projekty, které firma pomocí tohoto formuláře zpracovává, jsou rozděleny celkem do pěti fází neboli etap. Těmito etapami jsou:

1. Zadání projektu
2. Vzorkování
3. Ověřovací série
4. Příprava sériové výroby
5. Sériová výroba

Každá etapa v tomto formuláři zaznamenává úkony, které musí být hotové před zahájením etapy následující. Ke každému úkonu jsou přiřazeny příslušné dokumenty, termín a také zodpovědná osoba, která má na starosti splnění úkonu. Pro znázornění používaného postupu jsou v příloze 4 uvedeny první dvě etapy plánu vývoje projektu. Etapa je vždy zakončena milníkem, a to v podobě jednotného dokumentu, ve kterém jsou zachyceny všechny připomínky ze strany členů týmu, a následně je celá etapa těmi samými členy uznána za schválenou. Graficky je znázorněn vztah etap, činností a milníků na obrázku 9.



Obr. 9 Proces APQP v Jiří Řebíček - Metalplast, s.r.o.

3.2.1 Etapy APQP

Za začátek procesu APQP je považováno přijetí nominace, kdy zákazník vyjadřuje zájem a ochotu projekt přidělit společnosti projekt. V tu chvíli se společnost přesunuje do etapy zadání projektu, kde má za úkol přezkoumat požadavky zákazníka a podmínky projektu. Bere se zřetel na interpretaci všech zákaznických požadavků, schopnost plnit zákonné požadavky související s produktem nebo procesem, a také na zhodnocení rizik samotné zakázky. Rizika jsou hodnocena z pohledu možných nákladů na projekt, vzniklou potřebu kapacity, použitou technologii a techniku, nabízeného termínu dodání a samozřejmě také schopnosti splnit kvalitativní požadavky zákazníka. V tuto chvíli má každý člen týmu možnost vyjádřit své obavy ohledně projektu a případně upozornit vedení na nedostatky. V případě, že se takové nedostatky najdou, jsou přijata opatření k prevenci potenciálních selhání a teprve po jejich vyřešení lze projekt uznat za schválený. V případě neodstranitelné překážky může být projekt až odvolán. Právo a povinnost schválit projekt přísluší řediteli společnosti, který spolu se schválením jmenuje i projektového manažera. Ve stejnou chvíli probíhá také identifikace počtu týdnů, nezbytných k splnění jednotlivých etap a projektu jako celku. Jako základní dobu pro vyřízení jednoho projektu má společnost nastavených 20 týdnů, které mohou být upravovány dle složitosti produktu a procesu. Jednou stanovený časový harmonogram je však neměnný.

Druhá etapa připravuje proces na první vzorkování a schválení vzorků zákazníkem. Nejdříve je nutné začít s výrobou formy, což může někdy začít již ve fázi jedna, kdy je vypracován návrh na zaformování, podle kterého je hodnocena vyrobiteľnost designu. Návrh formy je řešen externě a může trvat až dva týdny. Mezitím jsou v rámci týmu identifikovány zvláštní znaky výlisku, které jsou převážně určeny výkresem od zákazníka. Dále je zpracován vývojový diagram výrobního procesu výrobku. Společnost používá jednotný diagram pro všechny výrobky, jelikož se jedná o jeden a ten samý proces. Podobný přístup je volen také při vytváření FMEA procesu výroby výlisku, kdy je na proces vstříkování pohlíženo jako na jednotný postup výroby. Detailní informace o používané FMEA jsou uvedeny v dalším textu. Před samotným vzorkováním vytváří tým ještě technologickou návodku a balicí předpis. Po vzorkování jsou provedeny náměry a MSA analýza. V rámci etapy vzorkování není ve formuláři uvedeno zpracování

plánu kontroly a řízení, které by však mělo doprovázet výrobek od jeho prvního zkoušení. Předpokladem pro ukončení etapy vzorkování je potvrzení PSW od zákazníka, kterému jsou zaslány vzorky, náměry a veškerá dokumentace dle PPAP. Poté opět nastává přezkoumání etapy týmem v rámci druhého milníku.

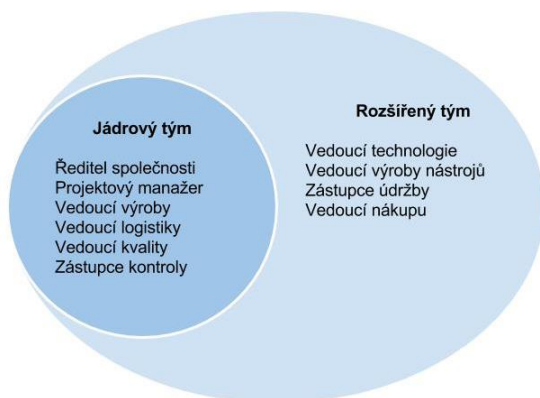
V ověřovací neboli nulté sérii jsou již do výroby naplno zapojeni zaměstnanci, tudíž jsou proškoleni a seznámeni se specifikacemi výroby daného dílu. Před zahájením výroby ověřovací série musí mít tým k dispozici také plán kontroly a řízení, technologický předpis a seznam kalibrovaných měřidel. Díly z ověřovací série jsou poté podrobeny požadovaným testům v interní nebo externí laboratoři. Dále jsou díly zaneseny do systému IMDS a z náměrů je sestavena analýza způsobilosti výrobního procesu. Výrobky jsou poté opět zaslány zákazníkovi a po schválení je etapa ověřovací série vyhodnocena a schválena.

Ve čtvrté etapě dochází k posledním úpravám procesu a k jeho přípravě na sériovou výrobu. Jsou přezkoumány technologické předpisy z minulých dvou etap spolu s protokoly o vzorkování a na jejich základě je vyhotoven konečný technologický předpis pro sériovou výrobu. Podobným vývojem prochází i plán kontroly a řízení, který se řídí poznatky ze vzorkování a ověřovací série tak, aby výsledné kontrolní položky odpovídaly co nejpřesněji potřebám procesu. Dále se zpracovává seznam kompletní dokumentace pro výrobu, aby se zajistilo, že budou mít operátoři k dispozici všechny relevantní informace ihned po započetí prvního běhu sériové výroby.

V poslední etapě, která probíhá již v sériové výrobě, je kladen důraz na to, aby byla k dispozici data pro zpětnou vazbu z výsledku projektu. Dochází tedy k pravidelnému měření výlisků dle kontrolního plánu, vyhodnocení nejčastějších vad ve výrobě v podobě katalogu vad a poté také monitorování počtu interních a externích neshod. Je vedena karta formy, která zaznamenává využití nástroje ve výrobě a slouží ke každoročnímu vyhodnocení potřeby pravidelné údržby nebo repase. Každý rok je také vyhodnocena spokojenost zákazníka, která zohledňuje všechny aktivní projekty pro daného odběratele, ale poskytuje také zpětnou vazbu pro nově zavedené projekty. Celý proces končí až s poslední sériovou dodávkou, kdy dojde k vyhodnocení projektu a jeho ukončení.

3.2.2 Projektový tým

Jak již bylo zmíněno v profilu společnosti, management firmy je složen pouze z osmi vedoucích pracovníků. Pět z těchto pracovníků jsou také členy jádrového týmu APQP. Ostatní pracovníci jsou přizváni dle potřeby a aktuální situace v projektu. Schéma jádrového a rozšířeného týmu je popsáno na obrázku 10.



Obr. 10 APQP tým v Jiří Řebíček - Metalplast, s.r.o.

Tým se schází jednou za týden, kde prochází aktivní projekty. Dohled nad aktuálním stavem projektů přísluší projektovému manažerovi. Tato pozice existuje v organizaci stabilně, v rámci procesu APQP je však prostor pro přiřazení funkce někomu jinému, pokud je třeba. Protože je firma malá a na jejím řízení se nepodílí mnoho lidí, je zde celkem běžná situace, kdy se jednotlivé funkce zastupují nebo kumulují. Aby nedocházelo k případům, kdy provádí nějakou činnost nekompetentní osoba, rozhodla se společnost v posledním roce důkladněji zapracovat na své matici kvalifikace, která vymezuje povinné vzdělání pracovníků při nejdůležitějších úkonech.

Klíčová funkce týmu je v především v počátcích projektu, kdy je nezbytné, aby každý za svůj úsek vyjádřil souhlas s nastavenými parametry projektu. Pochopitelně je možnost vyjádřit obavy i v dalších fázích, ale s odstraněním potenciálních chyb v již rozběhnutém projektu jsou obvykle spojeny další náklady a rizika.

3.3 Proces schvalování dílů do sériové výroby

Proces schvalování dílů do sériové výroby je ve zkoumané společnosti zapojen u všech dílů, směřujících do automobilového průmyslu. Celý proces byl navržen

v rámci přípravy na certifikaci dle ISO/TS 16949, ale byl dále doplněn tak, aby splňoval nejčastější požadavky zákazníků. Zpracování a odeslání PPAP přísluší ve společnosti vedoucímu kvality.

3.3.1 Struktura

Ve společnosti je PPAP veden dle referenční příručky AIAG, nicméně pro kompletaci výsledků a zpracování přehledu jsou používány formuláře z VDA 2, které popisuje uvolnění výrobního procesu a produktu. Děje se tak jednak z důvodu přehlednosti zmíněných formulářů a také proto, že většina zákazníků je na tento formát zvyklá a sama je používá.

PPAP se posílá zákazníkům jako jeden balíček dokumentů a dat, který obsahuje veškeré požadované informace. Soupis všech zasílaných dokumentů je obsažen v jedné ucelené zprávě, která obsahuje následující záložky:

- Krycí list
- Seznam příloh
- Výsledky testů
- Seznam procesní dokumentace
- Rozměrový protokol
- Historie dílu

Krycí list poskytuje základní údaje o dodavateli, zákazníkovi a samotném výrobku. Dále definuje úroveň předložení PPAP a důvod pro jeho předložení. Založení této zprávy je příležitostí pro projektového manažera ke shrnutí zákaznických požadavků na PPAP dokumentaci, což je kombinací specifických požadavků k danému a projektu a informací z obecných požadavků zákazníka na kvalitu dodavatele. Obecné požadavky jsou obsaženy v dodavatelských manuálech, které firma se zákazníky přezkoumává na úplném začátku spolupráce. Požadované dokumenty jsou tedy zakřížkovány na krycím listě, čímž se vizuálně zvýrazní nutnost jejich předložení. Přílohám k PPAP je věnována důkladnější pozornost v dalším textu. Poslední část krycího listu je k dispozici zákazníkovi, aby rozhodl o uvolnění či neuvolnění jednotlivých složek PPAP i celku.

Seznam příloh slouží pouze pro vizualizaci odevzdaných dokumentů a kontrole jejich splnění. Uvádí se datum zhotovení dokumentu, jeho index a případně i další informace jako typ nebo rozsah.

Výsledky testů zaznamenávají všechny specifikace produktu dané zákazníkem a vyhodnocují je v jednom reportu. Zákazník tak může vidět vedle sebe specifikaci, reálně naměřené rozpětí a rozhodnutí o splnění či nesplnění požadavků.

Seznam procesní dokumentace slouží k potvrzení dodavatele o správnosti zasláných dokumentů, vztažených k procesu.

Rozměrový protokol rozpracovává do detailu výsledky testů. Jsou zde vypsány jednotlivé hodnoty náměrů, minimální a maximální hodnoty, vyznačeny hodnoty mimo tolerance a také grafické znázornění výsledku. Tato část slouží především pro identifikaci problému na jednotlivých otiscích. Formy pro vstřikování plastů totiž typicky obsahují několik otisků, také nazývány hnízda nebo kavity, které se mohou z technologických důvodů mírně lišit. Z toho důvodu jsou náměry vždy prováděny na všech otiscích a sleduje se, zda nejsou mezi nimi přítomny výrazné rozdíly.

Poslední složkou zprávy je historie dílu, která dává přehled o tom, jaké byly provedeny změny na díle nebo na nástroji. Pokud se tedy během projektu změní design dílu nebo funkční stránka formy, budou informace o této změně k dispozici právě v této zprávě.

Kombinací všech zmíněných částí zprávy lze tak celkem jednoduše určit, které náměry a testy patří ke vzorkům z určitého data. Stejně tak lze určit dokumentaci, jenž patří k určitému změnovému indexu dílu a je tak zaručena návaznost vývoje dokumentace.

3.3.2 Přílohy

Jak již bylo zmíněno, ke zprávě PPAP jsou přikládány relevantní dokumenty a vše je následně odesláno zákazníkovi jako jeden balíček. Dokumenty jsou rozděleny na výrobkově orientované a na procesně orientované. Obrázek 11 zobrazuje seznam dokumentů, který je převzat z VDA 2 a systém společnosti umožňuje dokumentaci zákazníkovi předložit.

Výrobní

<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 geometrie, zkouška rozměrů	<input checked="" type="checkbox"/> 1.9 zkouška ESD
<input checked="" type="checkbox"/> 1.2 zkouška funkce	<input checked="" type="checkbox"/> 1.10 zkoušky spolehlivosti
<input checked="" type="checkbox"/> 1.3 zkouška materiálů	<input checked="" type="checkbox"/> 2 vzorky
<input checked="" type="checkbox"/> 1.4 hmatové zkoušky	<input checked="" type="checkbox"/> 3 technické specifikace
<input checked="" type="checkbox"/> 1.5 akustické zkoušky	<input checked="" type="checkbox"/> 4 FMEA-D (FMEA produktu)
<input checked="" type="checkbox"/> 1.6 pachové zkoušky	<input checked="" type="checkbox"/> 5 uvolnění konstrukce
<input checked="" type="checkbox"/> 1.7 zkoušky vzhledu	<input type="checkbox"/> 6 dodržení právních požadavků
<input checked="" type="checkbox"/> 1.8 zkoušky povrchu	<input checked="" type="checkbox"/> 7 materiálový datový list / IMDS

Procesní

<input type="checkbox"/> 8 zpráva o zkoušení SW	<input type="checkbox"/> 16 přehled nástrojů
<input checked="" type="checkbox"/> 9 FMEA-P (FMEA procesu)	<input type="checkbox"/> 17 důkaz o dohodnutých kapacitách
<input checked="" type="checkbox"/> 10 diagram průběhu procesu (flowchart)	<input type="checkbox"/> 18 písemné sebehodnocení
<input checked="" type="checkbox"/> 11 plán kontroly a řízení	<input type="checkbox"/> 19 životopis dílu
<input checked="" type="checkbox"/> 12 důkaz o způsobilosti procesu	<input type="checkbox"/> 20 důkaz o vhodnosti přepravních jednotek
<input checked="" type="checkbox"/> 13 zajištění zvláštních charakteristik	<input type="checkbox"/> 21 status PPA dodavatelského řetězce
<input checked="" type="checkbox"/> 14 seznam měřidel	<input checked="" type="checkbox"/> 22 uvolnění systému povrchových úprav
<input checked="" type="checkbox"/> 15 důkaz o způsobilosti měřidel	<input type="checkbox"/> 23 jiné

Zdroj: Jiří Řebíček – Metalplast, s.r.o.

Obr. 11 Dokumentace PPAP vybrané společnosti

Na obrázku 11 jsou křížkem označeny ty body, které se shodují s 18 základními prvky PPAP (AIAG, 2006). Přílohy, které společnost používá, pokrývají většinu z těchto 18 bodů mimo následujících tří:

- Potvrzení o změně
- Schválení inženýra
- Master vzorek

Potvrzení o změně není přímo součástí seznamu příloh, nicméně jakákoliv změna dílu by měla být zanesena v části PPAP historie dílu. Pokud se jedná o změny, které byly dohodnuty během výrobního procesu a nejsou ještě součástí designu, požaduje firma vždy nový výkres dílu i s novým indexem. Předchází tak budoucím nedorozuměním. Schválení inženýra a tedy zákaznické vyjádření, zda byl výrobek úspěšně vsazen do sestavy, je bráno za vyřízené ve chvíli, kdy je celý PPAP schválený zákazníkem. Protože má zákazník při přezkoumání PAPP k dispozici vzorky s potvrzenými rozměry i veškerou požadovanou dokumentaci, předpokládá se, že před uvolněním dílu provedl jeho zástavbu a vyhodnotil ji kladně. Posledním bodem, který není specificky vyžádán jako příloha PPAP je master vzorek. I tento bod má ale společnost zakomponovaný PPAP procesu a spolu se vzorky zasílá také jednu sadu dílů ze všech otisků, které jsou opatřeny pečeti a určeny ke

schválení zákazníkem. Tyto díly jsou následně uchovány na oddělení kvality pro další potřebu.

Jak je vidět z počtu nezaškrtnutých políček dokumentace PPAP, skloubení metodiky dle AIAG a způsobu vykazování dle VDA umožňuje společnosti jít více do hloubky především při plánování a uvolňování procesu. Je tak schopná lepší komunikace se zákazníkem ohledně budoucí výroby jeho dílu a uspokojovat tak lépe jeho požadavky. Ze zmíněných výhod jistě stojí za zmínku důkazy o dohodnutých kapacitách a o vhodnosti přepravních jednotek. Dodavatel hodnotí své kapacitní možnosti již při začátku projektu, a pokud mu zákazník sdělí budoucí požadovaná množství včetně náběhu, umožní mu se na výrobu připravit z technologické, materiálové i organizační strany. Trendem v prostředí automobilového průmyslu je také stále se zvyšující automatizace a standardizace manipulačních zařízení, což spolu se zajištěním nepoškození výrobku a jeho ideálního množství v balení zakládá nutnost pro dohodnutí a odsouhlasení přepravních jednotek. Dohodnutí obou podmínek předchází potenciálním pochybením v dodávkách, které by mohly znehodnotit jinak dobře nastavený dodavatelsko-odběratelský vztah.

Na druhé straně je nutné poznamenat, že ne všechny přílohy, které je společnost schopna poskytnout k PPAP, jsou vážně přínosné pro jednu či druhou stranu schvalovacího procesu. V případě zkoumané společnosti se jedná například o FMEA produktu, která je v procesu, kde jsou specifikace výrobku přesně dané zákaznickou specifikací, bezpředmětná. Analogicky lze také pohlížet na status PPA dodavatelského řetězce, a to z toho důvodu, že společnost nedodává žádné sestavy a je jí dodáván pouze surový materiál, který PPAP uvolňování nepodléhá.

V silách společnosti je zajistit poskytnutí všech dokumentů, ne všechny by však dávaly ve většině případů smysl. Pozitivní vlastností seznamu PPAP dokumentace je tedy to, že si lze vybrat pro každého zákazníka a pro každý projekt, jaká dokumentace bude předkládána. To by mělo být primárně řešeno již při schvalování dodavatelské příručky na začátku spolupráce, ale okolnosti zákaznické požadavky se mohou v průběhu času měnit, a proto se požadovaná dokumentace přezkoumává ve společnosti při každém novém projektu.

3.4 FMEA a kontrolní plány

Stejně jako v jiných oblastech, i při tvorbě FMEA zvolila společnost takový přístup, který bude vyhovovat jak požadavkům zákazníků a certifikačních orgánů, tak i vlastním požadavkům ve výrobě. Při analýze je totiž brán v potaz ten fakt, že ve vstříkolisovně jde převážně o jeden a ten samý proces. Podobně je přistupováno i ke kontrolám procesních parametrů v rámci kontrolního plánu. Kontrolní plán i FMEA jsou tvořeny v týmu. Níže je popsána struktura obou dokumentů a způsob, jakým zapadá jejich tvorba do systému managementu kvality ve společnosti.

3.4.1 FMEA

Pro každý projekt je používán již předem připravený formulář FMEA, který shrnuje všechny výrobně orientované procesy ve firmě. V každém procesu jsou vybrány potenciální vady, jejich následky a také potenciální příčiny. Aby mohla být FMEA aplikována na všechny výrobky, potenciální vady jsou spíše obecného rázu a dívají se na proces jako na celek. Příkladem takové vady může být nedodržení předepsaných parametrů stroje. V rámci vývoje projektu tým přezkoumává platnost předepsaných bodů analýzy a přidává k nim další, pokud si to výrobek nebo proces žádá. Přidání potenciální vady se typicky děje v případě, že má část výrobku nějaké bezpečnostní vlastnosti nebo jsou dány speciální požadavky na výrobní proces, jako například manipulace bez přímého dotyku operátora. Dále jsou všechny vady ohodnoceny dle jejich závažnosti, četnosti a odhalitelnosti. Pokud je možnost potenciálním vadám předejít, jsou stanovena opatření a po implementaci vyhodnocen jejich vliv na vadu, opět dle zmíněných tří kritérií.

Pro vady, které jsou dány procesem a jsou již předepsané ve formuláři FMEA, existuje pevné napojení na kontrolní plán. Tým v FMEA přesně identifikuje body kontrolního plánu, které mají ze systémového hlediska předejít vadám.

3.4.2 Kontrolní plán

Kontrolní plány jsou ve společnosti tvořeny před vzorkováním, ověřovací sérií a sériovou výrobou. Jsou považovány za klíčové dokumenty pro výrobu, proto je jim věnována velká pozornost. Jak již bylo zmíněno, některé jeho části jsou definovány analýzou FMEA a jsou neměnné při změně výrobku. Jedná se o předměty každodenní kontroly od úplnosti dokumentace, přes neporušenost obalu materiálu až po počet dílů v balení. Proces výroby je místem, kde se jednotlivé díly

liší. Zde jsou identifikovány ty rozměry nebo vlastnosti výrobku, které podléhají periodické kontrole při výrobě. Kontrolní plán je strukturován proces za procesem dle průběhového diagramu a obsahuje všechny body, které předepisuje AIAG ve své referenční příručce, kromě jednoho. U každé operace je tedy k nalezení specifikace, její toleranční rozpětí, metoda měření a všechny další náležitosti. Chybícím bodem kontrolního plánu je identifikace stroje nebo zařízení, vztahující se k dané operaci. Ukázka prázdného kontrolního plánu a jeho rozložení je obsahem přílohy 5.

Protože je kontrolní plán používán při výrobě a jsou k jeho porozumění školeni všichni pracovníci, bylo do něho přidáno několik pomocných prvků pro řízení ve výrobě. Kontrolní plány tak ke každé operaci přiřazují zodpovědnou osobu a identifikují pro ni patřičný dokument, do které ho má zaznamenávat výsledky kontroly. Odpovědnost za aktuálnost kontrolního plánu přísluší vedoucímu kvality, který ho spolu s týmem vytváří během APQP.

3.5 Statistické metody a regulace procesu

Statistické nástroje jsou ve společnosti k dispozici, nicméně jejich rozsah je vzhledem k velikosti firmy a počtu zaměstnanců omezen. Nejčastějším a nejdéle používaným nástrojem je analýza způsobilosti procesu. Dále jsou pro všechna měřidla vypracovány MSA analýzy a pro některé výrobky je prováděna statistická regulace procesu.

3.5.1 Analýza způsobilosti procesu

Zhodnocení, zda je proces způsobilý, se provádí při sestavování každého PPAP. Ve společnosti jsou analyzovány ukazatele způsobilosti C_p a C_{pk} . Hodnoty jsou naměřeny při vzorkování nebo případně při ověřovací sérii. Protože je naprostá většina rozměrů definována s oboustrannou tolerancí, je i proces vyhodnocení jejich způsobilosti nastaven na tuto možnost. Vyhodnocení je prováděno pomocí tabulky Microsoft Excel, která je omezená na 50 náměrů a vrací informaci o hodnotách C_p i C_{pk} . Mimo výsledků ukazatelů způsobilosti je v rámci vyhodnocení také k dispozici orientační graf úrovně procesu a histogram. Kritériem pro vyhodnocení způsobilosti procesu jsou hodnoty obou ukazatelů, které musí být vyšší než 1,33.

3.5.2 MSA analýza

Analýza měřících zařízení je ve společnosti prováděna výhradně pomocí Gage R&R studie. Vyhodnocení probíhá opět pomocí softwaru Microsoft Excel a lze v něm hodnotit náměry až deseti dílů, třemi pracovníky, každý se třemi pokusy. Výsledkem analýzy jsou údaje o:

- opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla [GRR]
- variabilitě dílu [PV]
- celkové variabilitě [TV]

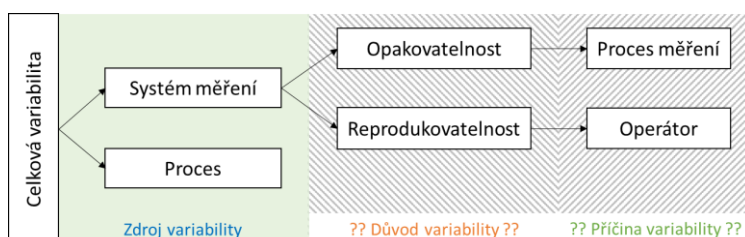
Mezi ukazateli platí vztah z rovnice (4). Oddělení poté vyhodnocuje procentuální podíl opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla na celkové variabilitě. Tento vztah je vyjádřen v rovnici (5).

$$TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2} \quad (4)$$

$$\%GRR = \frac{PV}{TV} \times 100 \quad (5)$$

Pokud je výsledná hodnota menší než 10%, je systém měření schválen. Pokud je výsledek mezi 11% a 30%, musí být schválení přezkoumáno dle použití měřidla a pokud je hodnota vyšší než 30%, není systém měření schválen a je potřeba přistoupit k nápravným opatřením.

Na opakovatelnost a reprodukovatelnost je tedy nahlíženo jako na jeden celek. Společnost tím vyhodnocuje zdroj variability, ale nemá stanovený postup pro případ, kdy není systém měření schválen a je potřeba zjistit důvod a zdroj variability. Tato „šedá zóna“ znalostí o procesu je naznačena na obrázku 12.



Obr. 12 Chybějící prvky analýzy Gage R&R

V případě nevyhovující Gage R&R analýzy totiž společnost zpravidla přistupuje k výrobě nebo použití přesnějších a složitějších měřících zařízení, což může přinášet dodatečné náklady. To však není vždy nutné. Jako příklad může sloužit špatně vycházející systém měření jedním z nejčastěji používaných měřidel, posuvkou. Všechna měřidla musí být pravidelně kalibrována, tudíž je nepravděpodobné, že by byla chyba v přístroji. Většinou záleží na způsobu měření, úchopu výrobku, bodu měření apod. Pokud by společnost analyzovala hlouběji nevyhovující Gage R&R a zjistila nedostatky v opakovatelnosti, mohla by například zhotovit fixační zařízení, které by umožňovalo měření pod stále stejným úhlem. Pokud by byla problémem reprodukovatelnost, mohlo by také velmi dobře zafungovat pouhé proškolení jednoho člena kontrolního týmu. Obě varianty jsou pravděpodobně časově i finančně méně náročné, než třeba zapojení 3D měřícího zařízení do pravidelné kontroly.

3.5.3 SPC

Kontroloři ve výrobě sbírají denně informace o výrobcích tak, jak jim to předepisují kontrolní plány. Dávají tak vedení k dispozici cennou zpětnou vazbu o výrobním procesu a prostor pro identifikaci oblastí ke zlepšování. Získané údaje byly ve společnosti donedávna hodnoceny pouze důkaz o náměrech v toleranci a poté jednou za rok namátkou vyhodnoceny dle dlouhodobé způsobilosti procesu. Přibližně před třemi lety začala společnost implementovat průběžné sledování procesu a jeho statistickou regulaci. Celý proces je tedy stále ve vývoji.

Momentálně sleduje a statisticky reguluje společnost 28% vyráběných dílů. Jde o nové výrobky, které byly uvedeny do výroby v posledních čtyřech letech. Všechny sledované znaky se týkají rozměrových nebo váhových specifikací výrobků a pro regulaci jsou používány regulační diagramy pro průměr a směrodatnou odchylku. Analyzovány jsou poté signály bodů mimo regulační meze. Sledované znaky jsou dány výkresem výrobku, kde zákazník zpravidla určí kritické rozměry, které jsou důležité pro funkci výrobku v sestavě. Pokud jich je více, vybere se po dohodě jeden rozměr na regulaci.

Společnost nevyužívá statistickou regulaci pro žádné další procesy, přestože je má v rámci svého systému managementu kvality analyzované a má tedy představu o tom, jak proces funguje a jaké jsou jeho vstupy a výstupy. Zapojení statistické regulace dalších vnitropodnikových procesů by přispělo ke zlepšení

zpětné vazby z procesů a usnadnilo tak managementu realizaci a kontrolu neustálého zlepšování.

3.6 Hodnocení používaných metod ve vybrané společnosti

Používané metody pro pokročilé plánování kvality produktu jsou ve společnosti nastaveny tak, aby zapadaly do nejvíce do systému řízení a byly snadno zpracovatelné a vyhodnotitelné. Projektový tým i celý management společnosti je tvořen hrstkou zaměstnanců, je proto nutné zachovat jednoduchost a rychlost v systému APQP při zachování efektivity jeho zpracování. Zároveň se dbá na to, aby bylo vyhověno normám automobilového průmyslu i požadavkům zákazníků. Příkladem může být etapy APQP, které kopírují předepsané fáze z referenční příručky AIAG a pouze vynechávají pouze návrh a vývoj výrobku, jelikož není pro společnost relevantní. Jako příklad vycházení vstříc zákaznickým potřebám lze zmínit používání formuláře VDA 2 pro PPAP. Přestože společnost schvaluje díly do sériové výroby dle AIAG, rozhodla se na základě požadavku od zákazníků vykazovat PPAP ve formě, která je jim bližší. Dobře fungujícím dokumentem, který vyhovuje požadavkům a zároveň poskytuje společnosti nástroj pro řízení kvality ve výrobě, jsou také kontrolní plány.

Některé části APQP však stále poskytují prostor pro zlepšení. V jinak dobře strukturovaném plánu vývoje projektu například chybí kontrolní plán pro vzorkování. Další oblastí vhodné pro přezkoumání je logická návaznost kroků v rámci APQP. Kupříkladu záznam IMDS a způsobilost procesu má dle svého plánu společnost vykazovat v ověřovací sérii, přičemž oba dokumenty jsou již součástí PPAP a ten uzavírá předešlou etapu vzorkování. Zpracování jednotné FMEA je příkladem přizpůsobení dokumentu, které sice usnadňuje jeho zhotovení, ale ubírá možnost využít jeho plný potenciál.

Použití statistických nástrojů není zkoumané společnosti cizí a má tedy ve svém procesu APQP zahrnutou analýzu způsobilosti procesu i analýzu MSA. V sériové výrobě potom statisticky reguluje necelou třetinu vyráběných dílů. Prvkem, který ale zatím společnost plně nevyužila je zpětná vazba z těchto nástrojů. Analýzy jsou tedy zpracovávány, nicméně výstupy z nich jsou omezené. Příkladem je SPC, kdy v rámci jeho vyhodnocení přichází reakce pouze při objevení bodů mimo regulační meze a nesleduje se například postupné změny střední hodnoty a

variability. Také MSA analýza poskytuje pouze odpovědi typu ano/ne a nezachází hlouběji do případné neshody.

4 Zhodnocení ekonomické a časové efektivity procesu pokročilého plánování kvality produktu

Předešlá kapitola shrnuje postupy a nástroje pokročilého plánování kvality produktu tak, jak si je zkoumaná společnost nastavila ve svém systému managementu kvality. Jedná se tedy o předlohu toho, jak by mělo takové plánování probíhat a jaké nástroje by při něm měly být použity.

V této kapitole jsou pomocí případových studií představeny dva projekty, které společnost řešila. Výrobek, který byl součástí prvního projektu, byl určen do automobilového průmyslu a prošel tedy celým procesem APQP. V druhé případové studii je představen vývoj výrobku, který byl určen do elektrotechnického průmyslu, a společnost k němu přistupovala individuálně. V případových studiích je kladen důraz na to, jak probíhal vývoj projektu, jaký byl jeho časový rámec a jaké byly výsledné náklady na projekt i na sériovou výrobu. Náklady jsou porovnávány s počáteční kalkulací, která je v rámci APQP schvalována týmem před schválením projektu. Oba výrobky jsou již v sériové výrobě.

4.1 Případová studie 1: Držák do prostoru motoru

Společnost získala nominaci na funkční díl pro německého zákazníka, který byl u koncového zákazníka v Itálii určen do prostoru motoru automobilu. Zákazník díl specifikoval pomocí výkresu a dodatečných informací v emailu. Specifikace dílu jsou vypsány v tabulce 2.

Tab. 2 Požadavky na díl k případové studii 1

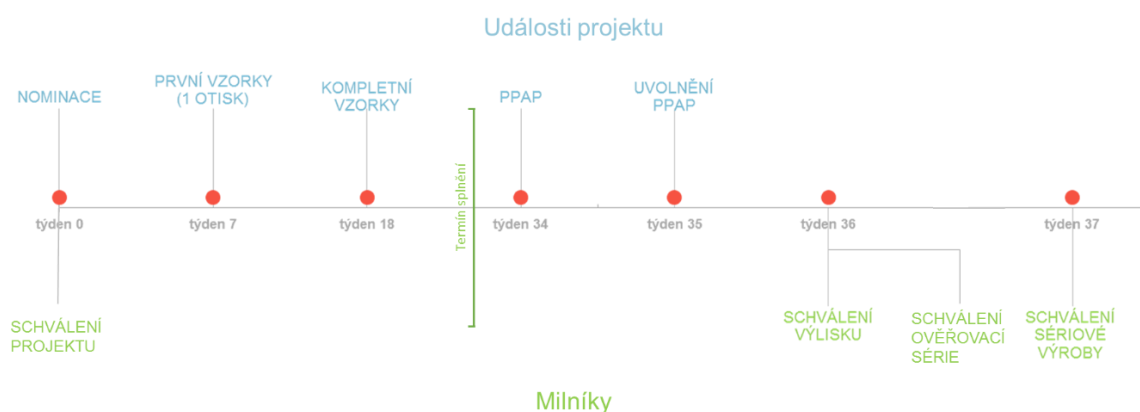
Požadavky z výkresu	Další požadavky
Rozměry – 2 funkční	SOP a požadované množství během životního cyklu
Váha	Balení a přepravní jednotka
Materiál	Dodací podmínky a frekvence
Materiálové testy – nehořlavost, chování při cyklické změně teplot	Plán úspor a platební podmínky

4.1.1 Průběh projektu

V rámci první etapy byla nominace přezkoumána týmem a bylo zjištěno, že design dílu je z technologického hlediska nevyrobitelný. Společnost se tedy obrátila na zákazníka s návrhem na změnu designu a ten ji schválil pod podmínkou, že se nejprve bude vyrobena forma pouze s jedním otiskem k výrobě dílů pro první zástavbu a poté se rozhodne o dalším postupu.

Protože společnost věděla o pravděpodobném zdržení projektu díky variantě s jedním otiskem, rozšířila již na začátku projektu plán ze standardních 20 týdnů na 31. To mělo za úkol poskytnout zákazníkovi prostor na zkušební zástavbu dílu a rozhodnutí o výrobě sériové formy.

Po první zástavbě byly díly schváleny a vyrobena sériová forma. Jak je patrné z časové osy projektu na obrázku 13, doba mezi kompletními vzorky ze sériového nástroje je 16 týdnů, což znamená výrazné prodloužení etapy vzorkování a celkové zdržení projektu. Zdržení proběhlo z důvodu početných a náročných zkoušek na materiál. Ne že by zkoušky trvalo tak dlouho provést, ale při zjištění rozsahu a nákladů na vykonání laboratorních testů projektový tým zjistil, že jim to výrazně narušuje rozpočet. Po několika dlouhých rozhovorech zůstalo břímě zodpovědnosti za provedení a zaplacení zkoušek stále na zkoumané společnosti. Nejenom byl tedy projekt zpožděný, ale navíc došlo k nečekanému navýšení výdajů na jeho realizaci.



Obr. 13 Časová osa případové studie 1

Je důležité podotknout, že zhodnocení nákladů na splnění požadavků zákazníka má společnost zakomponovanou do své první etapy APQP. V té se všichni členové týmu vyjadřují k náročnosti projektu a jeho realizace.

4.1.2 Použitá dokumentace

Tým vypracoval plán vývoje projektu a následně splnil všechny kroky, které byly v plánu obsažené. Společnost tak měla informace o výrobku, jeho vlastnostech i o procesu, ve kterém byl vyráběn. Proces byl statisticky vyhodnocen jako způsobilý s hodnotou C_{pk} 1,98, respektive 1,68 na obou funkčních rozměrech. Stejně dvě specifikace byly také součástí kontrolního plánu. Byl zpracován kompletní PPAP a zaslán zákazníkovi ke schválení. Obrázek 14 zobrazuje zaslouanou dokumentaci PPAP.

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1.1 geometrie, zkouška rozměrů | <input checked="" type="checkbox"/> 11 plán kontroly a řízení |
| <input checked="" type="checkbox"/> 1.3 zkouška materiálů | <input checked="" type="checkbox"/> 12 důkaz o způsobilosti procesu |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2 vzorky | <input checked="" type="checkbox"/> 14 seznam měřidel |
| <input checked="" type="checkbox"/> 3 technické specifikace | <input checked="" type="checkbox"/> 15 důkaz o způsobilosti měřidel |
| <input checked="" type="checkbox"/> 7 materiálový datový list / IMDS | <input checked="" type="checkbox"/> 16 přehled nástrojů |
| <input checked="" type="checkbox"/> 9 FMEA-P (FMEA procesu) | <input checked="" type="checkbox"/> 17 důkaz o dohodnutých kapacitách |
| <input checked="" type="checkbox"/> 10 diagram průběhu procesu (flowchart) | <input checked="" type="checkbox"/> 19 životopis dílu |

Obr. 14 Dokumentace PPAP případové studie 1

Proces i výrobek bylo po schválení zákazníkem na úrovni 3 možno vpustit do sériové výroby. Během sériové výroby jsou zaznamenávány údaje z pravidelných měření a hodnoty jsou vyhodnocovány v rámci SPC. Pracovníci výroby mají nyní k dispozici veškeré potřebné informace o výrobním procesu, použitém materiálu a vlastnostech dílu.

4.1.3 Náklady na projekt

Na začátku projektu představilo obchodní oddělení kalkulované náklady na výrobu a projektový tým je přezkoumal. Schválení každého člena týmu je důležité, protože cena je v kalkulaci vypočítávána z několika dílčích nákladů a ty se mohou týkat všech činností ve firmě. Vedoucí výroby tedy potvrdil strojní náklady, nákupčí schválil kalkulovanou cenu materiálu, technolog zase čas výrobního cyklu apod. Z jednání poté vyšly dvě schválené hodnoty. První byly přímé náklady na výrobu dílu, které zachycují náklady na materiál, stroj, obsluhu, dopravu a režii. Druhý údaj byly náklady na výrobu formy, které shrnují všechny jednorázové výdaje na projekt, tedy formu, její vývoj, testy dílů a vzorkování.

Skutečné náklady a jejich porovnání s původní kalkulací zachycuje tabulka 3. Hodnoty byly vynásobeny stejným koeficientem tak, aby byl zachován poměr a zároveň nebyly uváděny citlivé informace společnosti.

Tab. 3 Náklady případové studie 1

	Náklady výrobku	Náklady na výrobu formy a testování
Původní kalkulace	9,86 €	55 386,00 €
Skutečné náklady	9,85 €	60 716,77 €
Procentní rozdíl	-0,11%	+ 9,62%

Zdroj: Vlastní výpočet

Jak je vidět z výpočtu, skutečné výrobní náklady dílu jsou téměř identické jako ty, které byly kalkulovány. Díky schváleným kapacitám a výhledům byl dokonce nákup schopen dohodnout nižší cenu surového materiálu u dodavatele a tím i mírně srazit náklady. Zato náklady na výrobu formy byly o téměř 10% vyšší než při kalkulaci. Za vyšší náklady mohly již zmíněné laboratorní testy a také fakt, že tým nepředpokládal nutnost výroby měřícího přípravku pro kontrolu rozměrů.

4.2 Případová studie 2: Kryt elektroinstalace

Společnost dostala zakázku na výrobu dílů pro českého zákazníka, působícího v elektrotechnickém průmyslu. Jednalo se o kryt elektroinstalace a specifikace dílu byly společnosti předány formou výkresu a emailem. Požadavky jsou vypsány v tabulce 4.

Tab. 4 Požadavky na díl k případové studii 2

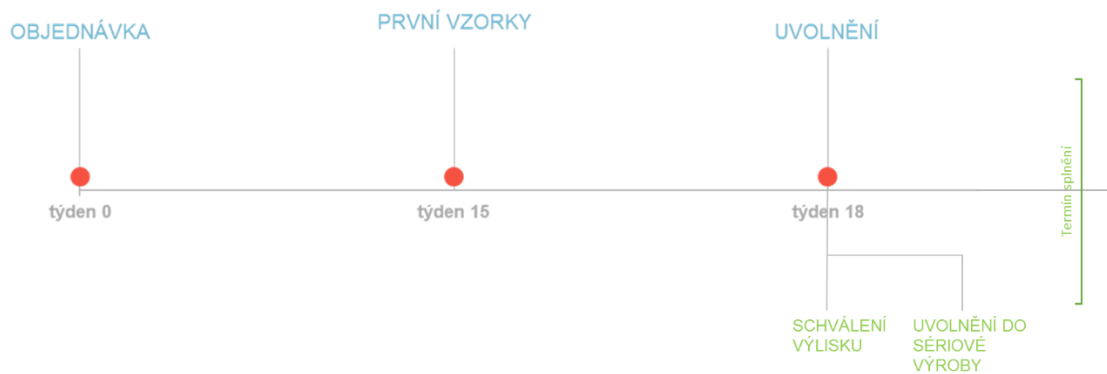
Požadavky z výkresu	Další požadavky
Rozměry	Funkčnost
Materiál	Dodací podmínky
Potvrzení o nehořlavosti materiálu	

4.2.1 Průběh projektu

Zákazník požadoval v případě tohoto dílu především funkčnost. Díly tedy musely správně dosedat do jeho sestavy a zbytek dílu, včetně procesu jeho výroby, byl kompletně v rukou zkoumané společnosti. Protože měly být první vzorky u zákazníka co nejdříve, rozhodla se společnost projekt vyřešit individuálně a nepoužívat u něho systematický vývoj. Časový fond na zvládnutí projektu byl stanoven na standardních 20 týdnů.

Projekt byl řízen jednou osobou, která byla zodpovědná za včasné dodání vzorků a jejich správnost. Tato osoba hodnotila vyrobiteľnost, schvalovala design formy, koordinovala vzorkování a spravovala dokumentaci projektu. Pochopitelně měla odpovědná osoba možnost konzultovat rozhodnutí s kolegy, nicméně přístup týmového řešení projektu v tomto případě zapojen nebyl.

Jak je vidět na obrázku 15, časový plán byl v tomto projektu splněn a zákazník měl k dispozici první vzorky 15 týdnů po objednání. Za další tři týdny byly již vyzkoušené díly schváleny zákazníkem a rovnou uvolněny i interně do sériové výroby.



Obr. 15 Časová osa případové studie 2

4.2.2 Použitá dokumentace

Protože byl projekt řešen individuálně, bylo zpracováno pouze minimum z běžně používané dokumentace. Pro uvolnění dílu u zákazníka byly zaslány náměry ze vzorkování a materiálový list, dokládající požadovanou nehořlavost. Management nemá k dispozici hodnocení rizik projektu ani výhledy potřebného množství dílů. Plán kontroly a řízení je používán ve své základní formě, tedy pouze s nejnужnější procesní kontrolou a bez udaných rozměrů pro kontrolu. Protože neexistují záznamy o průběžné kontrole rozměrů, nelze ani statisticky vyhodnotit stabilitu nebo způsobilost procesu.

Pracovníci výroby mají k dispozici výkres dílu, technologický předpis a kontrolní plán. Ve výrobní dokumentaci například úplně chybí balicí předpis a další informace. Existují tedy pro obsluhu omezení v porozumění dílu a procesu jeho výroby. Díky nedostatku řízení procesu a vstupních informací pro obsluhu je veškerá kontrola správnosti procesu závislá na dobrovolném přeměření dílu obsluhou a poté na vizuální výstupní kontrole. Takové okolnosti vytvářejí riziko odeslání neshodného dílu zákazníkovi.

4.2.3 Náklady na projekt

V tomto případě byla kalkulace od obchodního oddělení schválena pouze ředitelem společnosti. Ihned poté byl projekt spuštěn. Náklady byly opět rozděleny na náklady výrobku a náklady na výrobu formy a testování. Níže je v tabulce 5 zachyceno porovnání kalkulovaných nákladů a nákladů skutečně vynaložených. Hodnoty byly opět vynásobeny koeficientem.

Tab. 5 Náklady případové studie 2

	Náklady výrobku	Náklady na výrobu formy a testování
Původní kalkulace	27,09 €	24 000 €
Skutečné náklady	35,20 €	23 100 €
Procentní rozdíl	+ 29,94%	- 3,75%

Zdroj: Vlastní výpočet

Z výpočtu procentního rozdílu kalkulovaných a skutečných nákladů vychází navýšení nákladů výrobku o téměř 30%. Navýšení bylo způsobeno výraznými rozdíly v kalkulovaných parametrech výroby a skutečné výkonosti stroje. Výroba tak není schopná za hodinu vyprodukovat tolik dílů, aby bylo dosaženo požadovaných nákladů.

Náklady na výrobu formy a testování byly přibližně stejné jako při kalkulaci. Podařilo se realizovat mírnou úsporu 3,75% díky získání výsledků testů hořlavosti od výrobce materiálu.

4.3 Porovnání případových studií

Výše popsané případové studie ukazují dva různé přístupy k projektu. V první případové studii se jedná o systematický vývoj procesu, který má za úkol dodávat přesné díly do automobilového průmyslu. Prvky APQP jsou znatelné při tvorbě plánu vývoje, týmovém schvalování etap projektu i dalších činnostech. Tým nejprve identifikuje požadavky zákazníka, zhodnotí schopnost společnosti díl vyrobit při daných podmínkách a poté systematicky provádí kroky k jeho realizaci. Verifikace splnění těchto kroků je opět týmovou prací.





Druhá případová studie naopak ukazuje projekt, na který se APQP nevztahovalo a celý vývoj projektu se nechával v rukou projektového manažera. Výsledkem byl projekt, který se sice bez problémů dostal do sériové výroby, nicméně poskytuje minimální zpětnou vazbu směrem k managementu a nedostatek řízení procesu jeho výroby potenciálně ohrožuje kvalitu dodávek zákazníkovi.

Z časového hlediska případové studie neprokázaly, že by zapojení procesu APQP pomohlo dosáhnout stanoveného časového plánu. Projekt, který byl řešen individuálně, byl dokonce vyřízen dříve, než bylo stanoveno. Naopak projekt do

automobilového průmyslu byl zpožděn o 6 týdnů. Kvalita procesu, který vznikl z obou dvou projektů, byla velmi odlišná ve prospěch automobilového dílu.

Z hlediska nákladů byl již rozdíl při zapojení APQP znatelný. Tabulka 6 sumarizuje procentní rozdíly mezi kalkulovanými a skutečnými náklady na projekt. První projekt dokázal tým téměř přesně realizovat dle kalkulace, tedy alespoň z pohledu nákladů na výrobek. Nárůst nákladů na výrobu formy a testování vznikl nedostatečnou pozorností týmu při zpracovávání požadavků zákazníka. Vliv a neodhalení potenciálních nákladů by se také dal přiřadit ke stylu zpracovávání FMEA ve společnosti, kdy se proces výroby paušalizuje a individuálním možným chybám výrobku není věnována dostatečná pozornost.

Tab. 6 Porovnání nákladů

	Náklady na výrobek	Náklady na formu a testování
Případová studie 1	-0,11% 	+9,62% 
Případová studie 2	+29,94% 	-3,75% 

Druhý projekt realizoval vůči kalkulaci mírnou úsporu při výrobě formy a testování, nicméně náklady na výrobek téměř o třetinu převyšovaly kalkulaci. Obchodní oddělení totiž kalkulovalo s vyšším počtem výrobků za hodinu, než byl stroj reálně schopný vyrobit. Protože nebyl projekt řízen dle APQP, neproběhlo ani schválení kalkulace celým týmem, což by přineslo možnost pro technology špatné údaje rozporovat.

Hlavním rozdílem mezi oběma případovými studii je bezpochyby výstup z projektu v podobě připraveného výrobního procesu. Zatímco u prvního projektu byl proces výroby přesně definovaný, schválený a řízený, v případě druhého projektu vznikly v procesu značné mezery z pohledu zajištění kvality produktu.

5 Návrh činností ke zlepšení procesu APQP u vybraného dodavatele

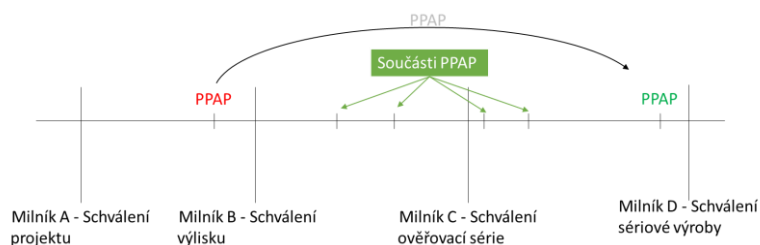
Zkoumaná společnost, fungující jako dodavatel druhého řádu do automobilového průmyslu, má zavedený proces APQP již několik let a stále ho přizpůsobuje svému internímu procesu řízení. Proces APQP má rozdělen do pěti etap, které pravidelně přezkoumává a schvaluje v týmu. Takto schvalovány jsou nově příchozí projekty, jejichž obsahem jsou díly do automobilového průmyslu. Na základě výzkumu byly autorem definovány oblasti, které by měly být společností přezkoumány v rámci neustálého zlepšování procesu APQP. Jedná se o doporučení systematických změn v procesu APQP a jeho řízení. Tato doporučení mají za cíl zlepšit komunikaci a rozdělení odpovědnosti v týmu, a také zajistit logickou návaznost úkonů v APQP. Připomínky se týkají i dalších metod a nástrojů, používaných v předseriové fázi životního cyklu výrobku. Autor zde na základě porovnání předepsaných postupů, systému řízení společnosti a poznatků z případových studií navrhuje takové činnosti ke zlepšení, které společnosti umožní využít více z potenciálu zkoumaných metod a nástrojů. Důraz je kladen na to, aby společnost nejenom vyhovovala požadavkům a implementovala předepsané postupy, ale také z nich získávala hodnotnou zpětnou vazbu.

5.1 Návrhy na zlepšení v procesu APQP

První oblastí, na kterou by se měla společnost zaměřit, je detailnější rozpracování odpovědností při schvalování projektu. Jak ukázala případová studie 1, týmu se i přes dobře provedené přezkoumání a schválení projektu nepodařilo odhalit jistá úskalí, kterým se dalo předejít již na úplném začátku. Členové týmu jsou totiž tázáni obecně, zda je projekt z jejich perspektivy v pořádku a vhodný pro akceptování. Neexistuje však žádný seznam s určenými parametry pro každou pozici. Přestože je to ve většině případů dáno povahou pozice, není přesně určeno, kdo by se měl soustředit na kterou oblast projednávaného projektu. Dalo by se tak předejít situacím, podobným té z případové studie 1, kdy byly testy výrobku schváleny, ale k ověření odhadu nákladů na testování již nedošlo. Návrhem je tedy zpracování seznamu parametrů projektu k přezkoumání pro každou pozici v projektovém týmu. Seznam by měl být spravován přímo osobou

na dané pozici, pokrývat všechny parametry z minulých projektů a fungovat jako živý, doplňovaný dokument.

Další oblastí k přezkoumání je logická návaznost úkonů v APQP. Konkrétně se jedná o zařazení jednotlivých kroků v rámci plánu vývoje projektu ve společnosti. Nejviditelnější je to na dokumentaci, která je ve společnosti naplánována do ověřovací série, jako je analýza způsobilosti procesu, záznam do IMDS nebo kalibrace měřidel. Podmínkou pro započítání ověřovací série je schválení PPAP, jehož součásti jsou ale naplánovány k vykonání do ověřovací série nebo těsně před sériovou výrobou. Vzniká zde tedy jakýsi začarovaný kruh. Společnost by tedy měla uvažovat o přetvoření svého plánu vývoje projektu tak, jak to odpovídá skutečnosti. To znamená posunutí PPAP v plánu vývoje do té fáze, kdy jsou všechny jeho součásti, jako je například sériový plán kontroly a řízení, splněny. Návrh takového posunu je znázorněn na obrázku 16. V praxi je logická návaznost ve společnosti zachována, jedná se tedy spíše o systematickou úpravu v plánování, která by do budoucna měla přispět k větší přehlednosti plánu vývoje projektu. Podobná situace je i u plánu kontroly a řízení pro vzorkování, který společnost vypracovává, ale nemá ho zaznamenaný v plánu vývoje projektu.



Obr. 16 Posun PPAP

Poslední činnost, navržená ke zlepšení procesu APQP, je jeho zapojení do všech projektů. Jednotný přístup k řízení projektů a plánování kvality by vytvořil ve společnosti pevný základ pro další zlepšování a doladování procesu. APQP poskytuje manažerský rámec pro projektové řízení, jehož složky si může tým na začátku projektu upravit dle individuálních požadavků zákazníka a stále čerpat z jeho výhod.

5.2 Další návrhy na zlepšení

Další činnosti, které by mohla společnost podniknout ke zlepšení, se týkají metod a nástrojů pro předsériovou fázi životního cyklu výrobku. Většina těchto nástrojů je součástí PPAP a návod k jejich použití je popsán v referenčních příručkách, zpracovaných mezinárodními organizacemi. Zkoumaná společnost se těmito příručkami řídila a zapojila podle nich jednotlivé nástroje do svého systému managementu kvality. V některých oblastech má ale společnost stále prostor pro rozvoj svých postupů a především pro získávání zpětné vazby z používaných metod a nástrojů. Navrhované činnosti ke zlepšení jsou k jednotlivým bodům vypsány níže:

- FMEA – analýza je zpracovávána za pomoci vzoru, který je z velké části už předem vyplněný a zohledňuje možné chyby a jejich dopad v obecném procesu. Na proces je tedy nahlíženo jako na jednu technologii, která s sebou nese stejná rizika a chyby. Dodatečné úpravy FMEA jsou poté při zpracování projektu minimální. Tímto přístupem k vytváření FMEA není tým podněcován k tomu, aby opakovaně rozebíral proces a aktivně hledal cestu k odstranění potenciálních chyb. Doporučení je tedy zpracovávat FMEA od začátku pro každý projekt zvlášť.
- MSA – hlubší vyhodnocení je také doporučováno při zpracování analýzy systému měření. Společnost momentálně vyhodnocuje tuto analýzu pouze z toho pohledu, zda systém měření vyhověl, či nikoliv. Nemá ale rozpracovaný postup zjišťování důvodu a příčin variability v systému měření. Společnost tak získává pouhý zlomek ze zpětné vazby, kterou jí už zavedený systém poskytuje. Pro další zlepšení je tedy doporučeno rozpracování postupu, jak analyzovat a vyhodnocovat zvlášť opakovatelnost a zvlášť reprodukovatelnost měřicího systému.
- SPC – Statistická regulace procesu je ve zkoumané společnosti relativně novým procesem a její aplikace je momentálně omezená na regulaci procesu výroby, kde se reguluje stabilita rozměrů výrobků. Ostatní oblasti, oddělení a procesy ve společnosti jsou statistickou regulací nedotčeny i přesto, že by z ní mohli benefitovat. Statistická regulace procesu je totiž jeden ze základních nástrojů neustálého zlepšování, které je v prostředí

automobilového průmyslu nezbytné pro přežití společnosti jako dodavatele. První činností, která je navržena na zlepšení SPC ve společnosti, je tedy rozšíření statistické regulace do dalších procesů. Společnost by tak mohla identifikovat ty procesy, které nejsou stabilní, a management by se na ně měl v dalším snažení o neustálé zlepšování zaměřit. Souběžně s rozšířením působnosti statistické regulace procesu ve společnosti je také doporučeno rozšířit statistickou regulaci samotnou. Momentálně totiž vyhodnocení SPC spočívá pouze v reakci na náhlou změnu střední hodnoty nebo variability. Analýzou postupné změny těchto ukazatelů by mohla společnost efektivněji regulovat proces a předcházet jeho extrémním výkyvům. V budoucnu se společnosti nabízí i možnost využití dalších statistických nástrojů, jako je statistická přejímka nebo plánování experimentů. Všem ovšem předchází dostatečné proškolení zaměstnanců, technické zázemí a správné nastavení ukazatelů procesů. Společnost začala na tomto zlepšení pracovat ihned, a to zakoupením softwaru i kurzů pro SPC.

Všechny výše zmíněné činnosti, které byly navrženy ke zlepšení procesu APQP a v něm obsažených metod a nástrojů, shrnuje tabulka 7. Tato tabulka shrnuje celkem pět zjištěných oblastí pro zlepšení. V oblastech definuje body, které byly autorem identifikovány jako vhodné pro zlepšení, dále navrhuje činnosti ke zlepšení a očekávaný přínos zlepšení.

Tab. 7 Návrhy činností ke zlepšení procesu APQP

Oblast	Zjištěné body ke zlepšení	Návrh činnosti ke zlepšení	Přínos zlepšení
APQP tým	Obecně stanovené parametry pro schvalování projektu	Sestavit seznam bodů ke schválení v projektu pro každou pozici	100% požadavků přezkoumáno před začátkem projektu
APQP	V plánu vývoje projektu jsou mezery a logické nesrovnalosti	Upravit plán vývoje projektu tak, aby odpovídal skutečnému sledu úkonů v projektu	Přehlednost a přesnost při hodnocení průběhu projektu
	APQP zapojeno pouze u projektů do automobilového průmyslu	Aplikovat stejný postup na všechny projekty	Celkové zlepšení kvality výroby. Jednotné zaškolení pracovníků
FMEA	Vypracovávána pro proces	Vypracovávat pro projekt	Zdokonalování procesu při každém projektu
MSA	Vyhodnocen pouze zdroj variability v systému měření	Vyhodnocovat také důvod a příčinu variability	Efektivnější systém měření
SPC	Statisticky regulován pouze proces výroby	Rozšířit SPC i do dalších oblastí a oddělení ve společnosti	Statisticky podložený proces neustálého zlepšování
	Společnost pouze reaguje na náhlé změny střední hodnoty nebo variability v procesu	Analyzovat i postupné změny střední hodnoty a variability. Využívat i další složky SPC	Přesnější a efektivnější regulace procesu

Závěr

Proces pokročilého plánování kvality produktu poskytuje výrobním společnostem možnost řídit projekt tak, aby byla zajištěna kvalita produktu a procesu, který z něho vzejde. Tato kvalita a její dlouhodobé zajištění je pro zákazníky velmi důležité, protože jim umožňuje se na své dodavatele a jejich výrobky spolehnout. Kvalitní produkt také reprezentuje dodavatele, vylepšuje jeho jméno a umožňuje mu získat další zakázky. Samotné zajištění kvality tak, jak ho vyžaduje po dodavatelích automobilový průmysl, je však organizačně, kvalifikačně i finančně náročné. Vzniká tedy otázka, zda by se dodavatelé měli tímto směrem ubírat a zda se jim to ekonomicky vyplatí. Cílem této práce bylo zhodnotit, jaký bude mít vliv pokročilé plánování kvality produktu na časovou náročnost a ekonomickou výhodnost projektu.

Výzkum prováděný u vybraného dodavatele druhého řádu do automobilového průmyslu, časovou efektivitu nepotvrdil. Na základě porovnání plánované a skutečné doby projektu bylo na dvou případových studiích ukázáno, že okolnosti mohou vždy ovlivnit dobu trvání projektu nehlédě na zvolený přístup k plánování procesu a produktu. Nelze tedy tvrdit, že by společnost zvládla při zapojení pokročilého plánování kvality produktu zaručeně dokončit projekt ve stanoveném termínu. Při dodržování stanovených nákladů se však tento proces ukázal být velmi efektivním, když byl s jeho pomocí projekt realizován velmi blízko úrovní kalkulovaných nákladů. Naopak při individuálnímu přístupu k plánování kvality produktu byly viditelné rozdíly mezi zamýšlenými náklady na výrobu dílu a jejich skutečnou výší.

V porovnání dvou případových studií byl zřetelný přínos týmové, systematické a komunikační podstaty procesu pokročilého plánování kvality produktu. Případové studie ukázaly, že samotný vývoj projektu je důležitou částí realizace úspěšného projektu, ale jeho nejdůležitější součástí jsou jeho výstupy. Nejvíce patrný byl rozdíl ve výsledném množství a přesnosti informací, kterými společnost u obou výrobků disponovala již v sériové výrobě. Přestože byly ve zkoumané společnosti nalezeny oblasti vhodné pro zlepšení, její proces pokročilého plánování kvality produktu dokázal poskytnout výrazně více informací pro sériovou výrobu, než poskytl produkt, u kterého tento proces zapojený nebyl. Informace podporovaly

kvalitu ve všech odděleních a procesech spjatých se sériovou výrobou, stejně jako kvalitu výsledného produktu.

Nástroje a metodika pokročilého plánování produktu, které se používají v předsériové fázi životního cyklu výrobku, jsou již zakomponovány v požadavcích zákazníků i příslušných standardů automobilového průmyslu. Pro dodavatele je povinné tyto požadavky přijmout, je však na jejich rozhodnutí, jak efektivně je budou využívat ve svůj prospěch. Všechny z požadavků na management kvality mají potenciál přinášet společností úspory a vést je k dalšímu zlepšování. Je však nezbytné tyto požadavky implementovat do svého systému managementu kvality efektivně, s citem pro své vlastní procesy a se závazkem k neustálému zlepšování. Pouze tak mohou společnosti naplno využívat výhod, které vycházejí z pokročilého plánování kvality produktu a jejichž část byla předvedena ve výsledcích této práce.

Seznam literatury

AIAG. *Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka*. 4. vyd. Přeložil Ivana PETRAŠOVÁ. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. ISBN 978-80-02-02101-8.

AIAG. *Proces schvalování dílů do sériové výroby (PPAP)*. 4. vyd. Přeložil Ivana PETRAŠOVÁ. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-02-01833-8

AIAG. *Statistical process control (SPC): reference manual*. 2nd ed. Detroit, Mich.: DaimlerChrysler, 2005. ISBN 1605341088.

BLECHARZ, Pavel. *Základy moderního řízení kvality*. Praha: Ekopress, 2011. ISBN 978-80-86929-75-0.

CHRYSLER CORPORATION .. *Advanced product quality planning (APQP) and control plan: reference manual*. 2nd ed. Southfield, MI: Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Corporation, 2008. ISBN 9781605341378.

DAIMLERCHRYSLER CORPORATION . *Measurement systems analysis: reference manual*. 4th ed. [Detroit, Mich: DaimlerChrysler, 2010. ISBN 9781605342115.

DOSHI, Jigar A. a DESAI, Darshak A.. Role of Production Part Approval Process in Continuous Quality Improvement and Customer Satisfaction. *International Journal of Engineering Research in Africa*. 2016, (22), 174-183. ISSN 1663-4144.

ISO/TS_16949. *Česká technická norma ISO/TS 16949: systémy managementu jakosti : zvláštní požadavky používání ISO 9001:2008 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu*, 3.vydání. Praha: Česká společnost pro jakost, 2009. ISBN 978-80-02-02176-6.

JAROŠOVÁ, Eva a NOSKIEVIČOVÁ, Darja. *Pokročilejší metody statistické regulace procesu*. Praha: Grada Publishing, 2015. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5355-3.

MACHAN, Jaroslav. *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku - aplikace v automobilovém průmyslu*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, 2008. ISBN 978-80-01-04094-2.

MOLLOY, O., WARMAN, E.A. a TILLEY, S.. *Design for Manufacturing and Assembly Concepts, Architectures and Implementation*. New York: Springer Verlag, 2013. ISBN 9781461376507.

NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.

NETOLICKÝ, Petr. Plánování kvality v předvýrobních etapách a vzdělávání. *MM Průmyslové spektrum*. Management/Jakost, 2011.

ROSENAU, Milton D. *Řízení projektů*. Vyd. 3. Brno: Computer Press, c2007. Business books. ISBN 978-80-251-1506-0.

STAMATIS, D. H. *Advanced quality planning: a commonsense guide to AQP and APQP*. New York: Quality Resources, c1998. ISBN 0-527-76350-0.

STAMATIS, D. H. *Quality Assurance: Applying Methodologies for Launching New Products, Services, and Customer Satisfaction*. CRC Press, 2015. ISBN 9781498728706.

SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3611-2.

VDA 2. *Zajišťování kvality před sériovou výrobou: uvolnění výrobního procesu a produktu (PPF)*. Přeložil Stanislav KŘEČEK. Praha: Česká společnost pro jakost, 2013. Management jakosti v automobilovém průmyslu. ISBN 978-80-02-02443-9.

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1 Koloběh plánování kvality produktu	10
Obr. 2 Typický APQP tým.....	11
Obr. 3 Plánování kvality dle APQP.....	12
Obr. 4 Rozložení milníků v APQP	18
Obr. 5 Stabilní a nestabilní proces	32
Obr. 6 Klasický SPC model	33
Obr. 7 Struktura regulačního diagramu	35
Obr. 8 Příklad variability Gage R&R	39
Obr. 9 Proces APQP v Jiří Řebíček - Metalplast, s.r.o.	42
Obr. 10 APQP tým v Jiří Řebíček - Metalplast, s.r.o.....	45
Obr. 11 Dokumentace PPAP vybrané společnosti	48
Obr. 12 Chybějící prvky analýzy Gage R&R.....	52
Obr. 13 Časová osa případové studie 1	57
Obr. 14 Dokumentace PPAP případové studie 1	58
Obr. 15 Časová osa případové studie 2	61
Obr. 16 Posun PPAP	65

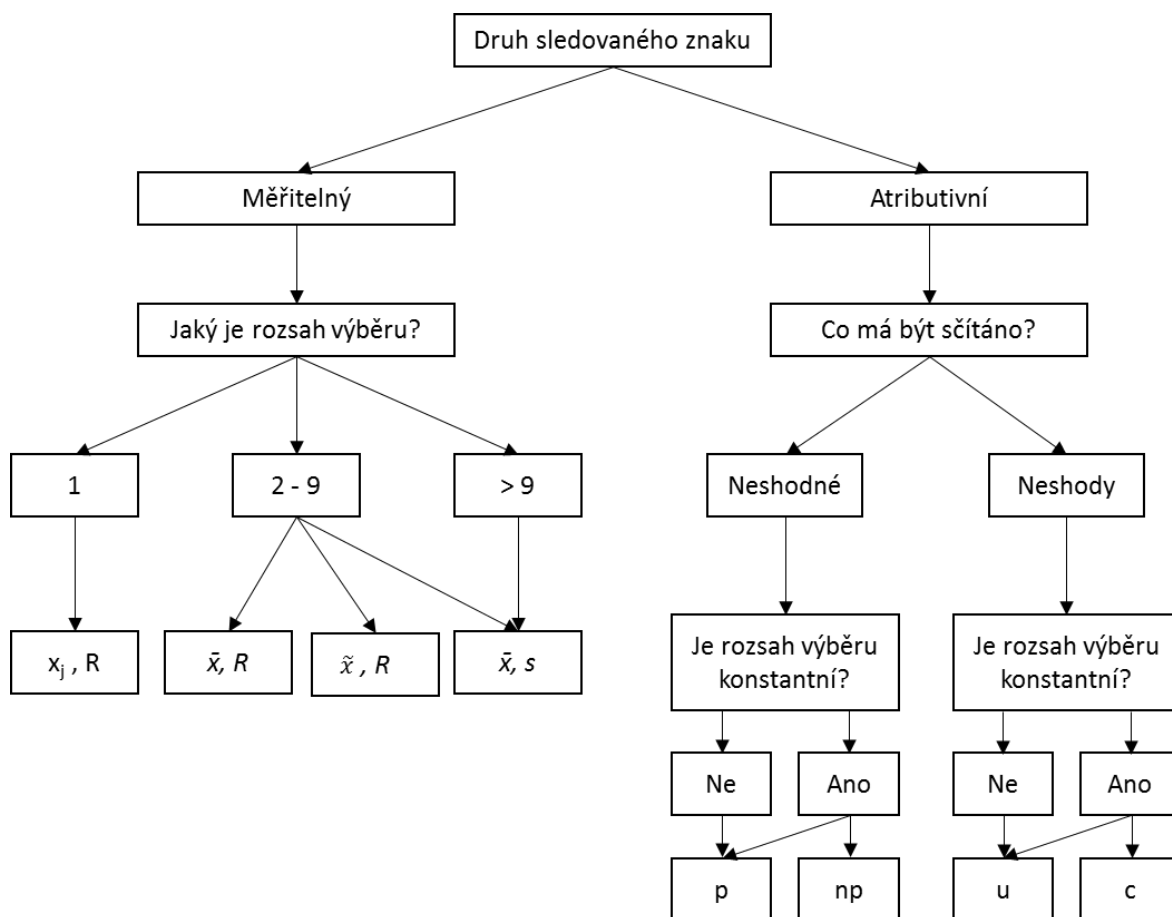
Seznam tabulek

Tab. 1 Základní body kontrolního plánu	28
Tab. 2 Požadavky na díl k případové studii 1	56
Tab. 3 Náklady případové studie 1.....	59
Tab. 4 Požadavky na díl k případové studii 2	60
Tab. 5 Náklady případové studie 2.....	61
Tab. 6 Porovnání nákladů	63
Tab. 7 Návrhy činností ke zlepšení procesu APQP	68

Seznam příloh

Příloha č. 1 Kontrolní plán	75
Příloha č. 2 PSW dle VDA 2	76
Příloha č. 3 Schéma postupu při výběru vhodného Shewartova diagramu	77
Příloha č. 4 Plán vývoje projektu	78
Příloha č. 5 Kontrolní plán zkoumané společnosti.....	79

Příloha č. 3 Schéma postupu při výběru vhodného Shewartova diagramu



Zdroj: (Nenadál, 2008)

Příloha č. 4 Plán vývoje projektu


Plán vývoje projektu

Název výrobku: _____
 Číslo výrobku: _____
 Číslo výkresu: _____

Začátek projektu: _____ 1.1.2017
 Zákazník: _____
 Projekt: _____
 Číslo poptávky: _____

Etapa Proj.	Č. Činnost	Termín	Dodržení		Skutečný termín	Odpovídá	Dokument	Poznámka
			Ano	Ne				
Etapa 1. Zadáni projektu	1. Činnost 1	20.1.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	PM	D01	
	2. Činnost 2	20.1.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	PM	D02	
	3. Činnost 3	20.1.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	PM	D03	
	4. Činnost 4	20.1.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	PM	D03	
3	Milník A - Schválení projektu	20.1.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	ŘS	D04	
Etapa 2. Vzorování	1. Činnost 1	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	QM	Výkres, D01	
	2. Činnost 2	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	QM	P03	
	3. Činnost 3	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	QM	P02	
	4. Činnost 4	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	VV, VT	V08	
	5. Činnost 5	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	QM	Q08	
	6. Činnost 6	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	VT	V07	
	7. Činnost 7	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	QM	Q04	
	8. Činnost 8	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	QM	V01	
	9. Činnost 9	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	PM	D06	
	10. Činnost 10	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	QM	Dod. list	
	11. Činnost 11	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	ZAK	P04	
15	Milník B - Schválení výjisku	14.4.2017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	PM	D07	

Příloha č. 5 Kontrolní plán zkoumané společnosti



Kontrolní plán

<input type="checkbox"/> Vzorování	Jména a telefon odpovědných osob	Datum vydání	Datum změny										
<input type="checkbox"/> Ověřovací série													
Číslo dílu, index změny	Tým	Schválení technologij zákazníka	Index změny kontrolního plánu										
Název a popis dílu	Schválení firmy (datum)	Schválení zákazníka	Rozdělovník										
Firma	Kód dodavatele	Další schválení (datum)	Počet stran	2									
Číslo proc.	Název výrobního procesu, popis operace	Číslo zn.	Popis znaku	Metody			Způsob kontroly, měření	Zodp.	Vyběr Četnost	Množství	Metoda řízení	Dokument pro záznam	Plán reakce
				Ma. zvl. zn.	Specifikace výrobku, procesu, tolerance								

Klasifikace zvláštního znaku: D - bezpečnostní znak; H - hlavní znak; P - znak, zadány technologij z hlediska výroby, ostatní znaky bez označení

Změny:

Datum	Index	Popis změny

Certifikát k doobce

 ANO NE

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Jakub Matys		
STUDIJNÍ OBOR	6208T088 Podniková ekonomika a management provozu		
NÁZEV PRÁCE	Efektivita procesu pokročilého plánování kvality produktu v automobilovém průmyslu		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D.		
KATEDRA	KLRK - Katedra logistiky a řízení kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2017
POČET STRAN	79		
POČET OBRÁZKŮ	16		
POČET TABULEK	7		
POČET PŘÍLOH	5		
STRUČNÝ POPIS	<p>Práce je zaměřena na proces pokročilého plánování kvality produktu a jeho využití v dodavatelském řetězci automobilového průmyslu. Práce popisuje fungování procesu pokročilého plánování kvality produktu a jeho dílčích nástrojů v automobilovém průmyslu, analyzuje přístupy a používané metody pro jednotlivé předsériové fáze životního cyklu výrobku a dále vyhodnocuje ekonomickou a časovou efektivitu implementace tohoto procesu u vybraného dodavatele. Analýza je prováděna rozborem dokumentace u vybraného dodavatele a vyhodnocení probíhá na základě dvou provedených případových studií. Výsledky práce poukazují na přínosy zkoumaného procesu v podobě kvality informací z projektové fáze do sériové výroby a také schopnosti dodržet stanovené náklady. Výsledky nenaznačují souvislost mezi zkoumaným procesem a časovou efektivitou. V poslední části práce autor navrhuje činnosti ke zlepšení procesu pokročilého plánování kvality produktu u vybraného dodavatele.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	APQP, pokročilé plánování kvality produktu, PPAP, proces schvalování dílů do sériové výroby, SPC, MSA, plány kontroly a řízení		
PRÁCE OBSAHUJE UTAJENÉ ČÁSTI: Ne			

ANNOTATION

AUTHOR	Jakub Matys		
FIELD	6208T088 Production Management and Global Business		
THESIS TITLE	Economical and time efficiency of advanced product quality planning process		
SUPERVISOR	Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D.		
DEPARTMENT	KLRK - Department of Logistics and Quality Management	YEAR	2017
NUMBER OF PAGES			
	79		
NUMBER OF PICTURES			
	16		
NUMBER OF TABLES			
	7		
NUMBER OF APPENDICES			
	5		
SUMMARY	<p>The thesis focuses on the advanced product quality planning process and its use in a supply chain of automobile industry. The thesis describes the advanced product quality planning process and its components in automotive industry, analyses methods used for individual parts of pre-series phase in product lifecycle and then evaluates economical and time efficiency of implementation of this process at selected supplier. The analysis is carried out by documents examination at selected supplier and evaluation is performed through two conducted case studies. The results of the thesis emphasize the merits of the process in terms of information quality from project phase to series production and also ability to reach targeted costs. The results do not imply correlation between the process and time efficiency. In the last part of the thesis, author suggests action for advanced product quality planning process improvement at selected supplier.</p>		
KEY WORDS	APQP, advanced product quality planning, PPAP, production part approval process, SPC, MSA, Control plans		
THESIS INCLUDES UNDISCLOSED PARTS: No			