

**ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.**

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: Podniková ekonomika a management provozu

**ZÁVADY V PŘEDSÉRIOVÉ FÁZI ŽIVOTNÍHO  
CYKLU VÝROBKU V AUTOMOBILOVÉM  
PRŮMYSLU**

**Diplomová práce**

**Bc. Lukáš Kubíček**

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



ŠKODA AUTO Vysoká škola

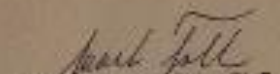
## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

- Zpracovatel: **Bc. Lukáš Kubíček**
- Studijní program: **Ekonomika a management**
- Obor: **Podniková ekonomika a management provozu**
- Název tématu: **Závady v předsériové fázi životního cyklu výrobku v automobilovém průmyslu**
- Cíl: Cílem diplomové práce je popsat metodiku hodnocení kvality předsériových vozů včetně používaných nástrojů při stavbě těchto vozů v automobilovém průmyslu, analyzovat vzniklé závady vyplývající z výsledků realizovaných auditů vozů, doporučit další postup a metody vedoucí k odstranění vybrané technické závady na voze za účelem praktického použití v technickém vývoji a následně provést podrobné zhodnocení návrhu.
- Rámcový obsah:
1. Metody a nástroje managementu kvality v automobilovém průmyslu
  2. Charakteristika používaných metod ve vybraném podniku
  3. Analýza vybraných konkrétních závad vozů v předsériové fázi
  4. Návrh řešení vedoucí k odstranění technické závady na voze
  5. Zhodnocení navrženého postupu řešení technické závady
- Rozsah práce: 55 – 65 stran
- Seznam odborné literatury:
1. NENADÁL, J. *Systémy managementu kvality: Co, proč a jak měřit*. Praha: Management Press, 2016. 304 s. ISBN 978-80-7261-426-4.
  2. MACHAN, J. *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku – aplikace v automobilovém průmyslu*. Mladá Boleslav: Škoda Auto Mladá Boleslav, 2012. 117 s. ISBN 978-80-87042-50-2.
  3. TOMEK, G. – VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

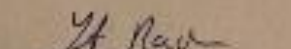
Datum zadání diplomové práce      říjen 2018

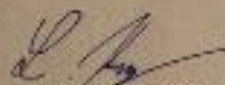
Termín odevzdání diplomové práce      květen 2019

L. S.

  
Ing. et Ing. Miroslav Foltis, Ph.D.  
Vedoucí práce

Mgr. Petr Sulc  
Průvodce BWS

  
prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.  
Vedoucí katedry

  
Bc. Lukáš Kubišek  
Autor práce

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval(a) samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil(a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí OS.17.10 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom(a), že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne .....

*Vlastnoruční podpis*

.

Děkuji Ing. et Ing. Martinu Foltovi, Ph.D., EUR ING. za odborné vedení diplomové práce, poskytování rad a informačních podkladů.

## Obsah

Úvod .....	7
1 Management kvality v automobilovém průmyslu .....	8
1.1 Moderní principy managementu kvality .....	9
1.2 Životní cyklus výrobku a proces APQP .....	12
1.3 Metody managementu kvality .....	16
2 Charakteristika vybraného podniku a popis používaných metod .....	27
2.1 Zajištění kvality během předsériové fáze životního cyklu výrobku .....	30
2.2 Metody kontroly kvality během předsériové fáze .....	32
2.3 Druhy závad během zajišťovacích jízd kvality .....	34
3 Analýza konkrétních závad vozů v předsériové fázi .....	37
3.1 Odlupující se chromové koncovky výfuku u prémiového SUV .....	38
3.2 Porucha servo řízení během jízdy u prémiového vozu SUV .....	39
3.3 Chybějící COC dokumenty vozu pro trh na Novém Zélandě .....	40
3.4 Softwarové chyby .....	40
3.5 Chybějící díly v kusovníku .....	43
3.6 Zvlněné tlumení schránky a chybná aretace loketní opěry .....	44
4 Návrhy řešení vedoucí k odstranění technických závad .....	47
4.1 Odlupující se chromové koncovky výfuku u prémiového SUV .....	47
4.2 Porucha servo řízení během jízdy u prémiového vozu SUV .....	48
4.3 Chybějící COC dokumenty vozu pro Nový Zéland .....	49
4.4 Softwarové chyby .....	49
4.5 Chybějící díly v kusovníku .....	50
4.6 Zvlněné tlumení schránky a chybná aretace loketní opěry .....	51
5 Zhodnocení navrženého postupu řešení technických závad .....	54
Závěr .....	60
Seznam literatury .....	62
Seznam obrázků a tabulek .....	64
Seznam příloh .....	66

## Seznam použitých zkratk a symbolů

ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
MK	Management kvality
NEDZ	New European Driving Cycle
WLTP	Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure – nový emisní standard
RDE	Real Driving Emissions
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein, česky Technické kontrolní sdružení
KLT	Plastová přepravka
SOP	Start sériové produkce
ZP8	Finální status vozu
BMG	Schválení stavebního vzorku
MFA	Zákaznické uvolnění modelu
ESC	Elektronická stabilizace kontroly řízení vozu

## Úvod

Cílem každého podniku v automobilovém průmyslu je docílit co možná nejvyšší kvality finálního produktu a současně naplnit finanční plán, který zajistí rentabilitu, výnosnost a udržitelnost daného podniku. V důsledku transformace automobilového průmyslu na elektro mobilitu a konvenční pohony dochází k navyšování počtu elektronických závad ve vozech. Tím se zvyšuje náročnost udržet komplexní výrobek v podobě automobilu na vysoké úrovni kvality. Továrna je vystavena výzvě zkoordinovat zajištění všech nových dílů u daného projektu, které sama nezajišťuje, ale je odkázána na dodavatele respektive na hlubší dodavatelských řetězec. V případě anomálie u nově vyvíjených dílů vznikají dodatečné investice na operativní opatření a časové prodlevy v termínových plánech u dodavatele.

Diplomová práce je zaměřena na předsériovou fázi životního cyklu výrobku, kde je nutné na konsekvence moderní doby včas reagovat, tak aby nedošlo k nežádoucímu ovlivnění zákazníka vlivem závad, které bohužel i technika 21. století přináší. V první části práce jsou představeny moderní principy managementu kvality, které jsou doplněny o metody managementu kvality využívané v předsériové fázi životního cyklu výrobku. Práce dále popisuje metodiku hodnocení kvality předsériových vozů včetně používaných nástrojů, které jsou využívány při stavbě ověřovacích vozů vybrané firmy v automobilovém průmyslu. Ve druhé části jsou analyzovány konkrétní závady plynoucí z výsledků realizovaných kontrol a auditů vozů v předsériové fázi životní etapy vozů. Hlavním přínosem práce jsou navržená opatření, která prezentují odstranění všech vybraných analyzovaných technických závad na voze, za účelem praktického použití v technickém vývoji. Paralelně jsou závady zhodnoceny v praxi a detailně vysvětleny nově navržené postupy v podobě neustálého zlepšování projektu. Konkrétně se práce zaměřuje i na „Lesson Learned“, což je cenný nástroj určený k sdílení informací v týmech, které budou realizovat obdobné aktivity či projekty nejen v projektovém managementu automobilového průmyslu.



# 1 Management kvality v automobilovém průmyslu

System managementu kvality je důležitou a nepostradatelnou součástí managementu každé firmy v automobilovém průmyslu. Odpovědnost za kvalitu by měl nést každý zaměstnanec podniku a ne, pouze pracovník touto funkcí pověřený. Navíc s narůstající konkurencí a navyšujícími se požadavky na výsledný produkt, je vzájemné koordinování kvalitářských činností v celé firmě nutností. (Nenadál, 2016, str. 13)

„ System managementu kvality je část celkového řízení organizace, která má garantovat maximální spokojenost zákazníků tím nejefektivnějším způsobem“. Cit M.UMEDA z Japonska. (Nenadál, 2016, str. 13).

Hlavní cílem managementu kvality je zajistit absolutní spokojenost zákazníků a všech zainteresovaných stran, jakou jsou dodavatelé, odběratelé, investoři a majitelé podniku. Další významnou částí kvality je podporovat firemní kulturu lidí a tím neustále utvářet výkonnější pracovní procesy. Firma by měla také neustále cílit na pozitivní inovační změny s co nejmenší útratou nákladů. Pro správné alokování nákladů je také důležité dodržet předpoklad, že interní firemní aktivity bude podnik dělat správně hned na poprvé.

Zaměstnanec by měl přijmout základní charakteristiky normy kvality.

Základní koncepce celosvětově uznávaných norem ISO řady 9000:

- ISO 9000:2016 (System managementu kvality – Základy a Slovník)
- ISO 9001:2016 (System managementu kvality – Požadavky)
- ISO9004:2009 (Řízení organizace k udržitelnému úspěchu – přístup managementu kvality)

Koncepce ISO norem patří k nejrozšířenějším normám na světě. Soubor norem vydává mezinárodní organizace pro normalizování. Hlavní bázi tvoří trojice norem, zbytek jsou doplňující řady, které se orientují na návody konkrétní požadavků. (Nenadál, 2018, str. 22)

- ISO 19011:2018 (System managementu kvality – směrnice pro Audit)
- ISO 19443:2019 (System managementu kvality - Specifické požadavky)

## **1.1 Moderní principy managementu kvality**

Níže vybrané principy kvality jsou základním pojivem všech procesů, které organizace provádí v zájmu správného plnění úkolů a činností. Nezbytné je principy aplikovat i na všechny zainteresované strany.

K rozeznání, nápravě a zlepšení vzniklých neshod v automobilovém průmyslu je nutné využít odborné nástroje managementu kvality. Níže popsané principy lze aplikovat i na obecná témata v různých odvětví průmyslu. Principy však plně fungují pouze za předpokladu, že se do systému zapojí celé organizace a nikoliv pouze její členové.

### **Hodnota pro zákazníky (zákazník nadevše)**

Předpokladem pro delší setrvaní organizace na trhu je existence zákazníků, z tohoto důvodu by měla firma pro zákazníka vždy dodávat plnou hodnotu obsaženou v produktu. Aby organizační tým uspěl, musí se zaměřit na důkladné zkoumání potřeb zákazníků, jejich očekávání a cíle. Vývoj by měl usilovat o inovovaný produkt, který plně uspokojí nároky zákazníků. Marketing musí během vývojové fáze vést dialogy se svými zákazníky a dále tyto informace komunikovat do odborných útvarů. Tyto aktivity by měly být zaměřené na zainteresované strany výroby, vývoje i odbytu.

### **Vůdčovství**

Ke zvyšování kvality celé organizace je zapotřebí vůdčí osobnost. Každý manažer by měl být lídrem a disponovat vůdčími vlastnostmi. Jako jsou např. komunikace směřující k prosazení vize, podpora zaměstnanců k naplnění jejich cílů, intenzivní zapojení se do procesu inovací a práce na rozvinutí osobních znalostí manažera.

Viz. O teorii správného leadera vypovídá Douglas McGregorova teorie:



Zdroj: James McGrath, Bob Bates – 2017 -89 nejdůležitějších manažerských teorií - Stránka 34

**Obr. 1- DouglasMCGregorova teorie**

### Zapojení lidí (dát zaměstnancům šanci příležitosti)

Každá organizace by měla brát ohled na tvořivost svých zaměstnanců. Správný manažer musí definovat jednotlivé cíle pro své lidi v týmu. Měl by přerozdělovat úkoly podle jejich schopností, podporovat týmovou práci a probouzet v podřízených motivaci inovovat. Dále koordinátor týmu musí ve svých lidech podporovat zájem vyhledávat slabé stránky v činnostech firmy. Jedině tímto správným přístupem bude zajištěn správná úroveň chodu organizace a i kvality výrobků.

### Princip agility

Organizace musí rychle reagovat na turbulentní trh, který se vlivem vývoje a technických změn postupně zrychluje. Např. v automobilovém průmyslu se rychle mění segmenty vyráběných vozů, na tuto změnu by měla obratem reagovat i výroba. Tím se zrychluje i tok informací mezi dodavateli, odběrateli i samotnou výrobou. Redukuje se průběžná doba výroby, uplatňuje se systém Just-in-Time .

### Procesní přístup (aneb vše co děláme je proces)

Organizace funguje efektivně za předpokladu, že má účelně nastavené procesy. Zaměstnanec díky směrnici procesu ví jak správně postupovat a tím naplňovat cíle

organizace. Včas může identifikovat rizika, určit pravomoci, jmenovat vlastníky procesu a podobně.

### **Princip prevence**

V každé organizaci dochází k jistým problémům. Nicméně jsou způsoby a metody, jak tomu předcházet, např. zpětná kontrola nebo odhalení slabých stránek. Je mnohem více efektivní hrozbě předejít, než poté řešit budoucí ztráty na zisku ve formě vad, havárií, reklamací a podobně. Hlavně v etapě vývoje výrobku je tato fáze nejdůležitější. S tímto bodem nejvíce souvisí neustálé zlepšování organizace všemi vhodnými způsoby.

### **Neustálého zlepšování a inovace**

Inovace, zlepšování a rozvoj jsou hlavním předpokladem pro zvýšení a udržení výkonosti celé organizace. Důležité je včas reagovat na přicházející hrozby a rizika včetně eliminace slabých stránek firmy. V automobilovém průmyslu je důležitá zpětná vazba zákazníků ke konkrétním výbavám vozu, na základě které může vývoj danou výbavu zlepšit u dalšího modelu nebo modelové péče. (Nenadál, 2016, str. 20).

### **Rozhodnutí na základě faktů**

Všichni pracovníci v dané korporaci by se měli rozhodovat na základě analýz a podložených faktů, které následně vedou ke správnému a objektivnímu rozhodnutí. Výsledkem je spokojený zákazník a zvýšený zisk pro celou korporaci.

### **Rozvoj partnerství a odpovědnost za udržitelnou budoucnost**

V zájmu zvýšení výkonnosti dané firmy, by měla celá organizace pečlivě jednat se svými dodavateli a partnery. Tím dochází k rozvíjení vzájemně prospěšných vztahů. U termínově vypjatých a složitých projektů může tato aktivita ušetřit velkou část vývojových nebo následně servisních nákladů. Současně by firma neměla zapomínat na kvalitu života okolí a měla by zachovat udržitelnost přírodních zdrojů pro budoucnost.

### **Učení se**

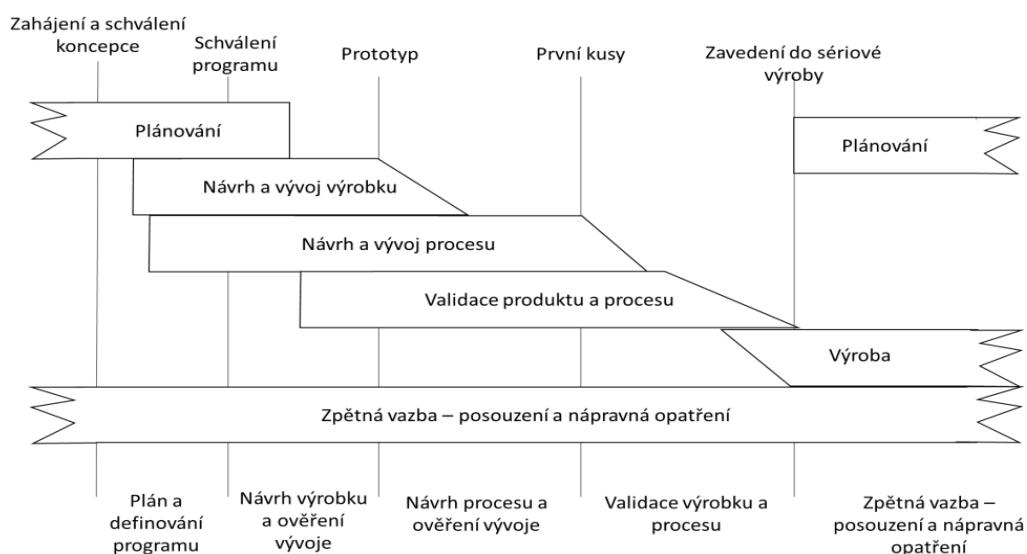
Učení se je poslední princip, který je v této kapitole představen. Cílem tohoto principu je upozornit na lidské vzdělávání v dané firmě. Ačkoliv znalosti jednotlivých

zaměstnanců jsou považovány za nejcennější kapitál, které organizace má k dispozici. (Nenadál, 2018, str. 21)

## 1.2 Životní cyklus výrobku a proces APQP

APQP Advanced Product Quality Planning je sestava postupů a technik využívaných při plánování i vývoji výrobků v automobilovém průmyslu. Tato metoda kvality pochází z USA a byla vyvinuta korporacemi Chrysler, Ford a General Motors. Metodiku tvoří základní schéma, kde se vzájemně překrývají procesy, které jsou realizovány a koordinovány týmem jakosti produktu, uvedeno na obrázku 2. Jedná se o praktický rámec definovaných postupů neboli fází:

1. **Plánování a definice programu** - výstupem je připravený tým lidí, schválený koncept návrhu a termínový plán
2. **Návrh a vývoj výrobku (product design and development)** – cílem je vytvoření prototypu za využití metod kvality FMEA, DOE a podobně
3. **Návrh a vývoj procesu (process design and development)** – výsledkem je návrh celého výrobního systému včetně specifikací a výkresů.
4. **Validace produktu a procesu (product and process validation)** – ověřovací výroba za použití standartních procesů pro sériovou výrobu
5. **Výroba (production)** – plán kontrol během celého stádia životního cyklu



Zdroj: Chrysler corporation, 2008, str. 78

Obr. 2 – Fáze APQP

Níže jsou detailně popsány jednotlivé etapy APQP, které jsou ukázány na obr. 2 výše a jsou zároveň součástí životního cyklu výrobku. Metody jednotlivých činností jsou uvedeny v kapitole Metody managementu kvality.

### **Plánování a definice programu**

V první etapě APQP dochází k definici požadavků zákazníků a stanovení jednotlivých cílů daného výrobku nebo procesu. Důležité je také pochopení všech očekávání zákazníka s cílem mít lepší produkt než nabídne konkurence. Vstupy tvoří hlas zákazníka vnitřního i vnějšího, podnikatelské plány a studie. K tomuto účelu slouží metoda QFD, která za pomoci matic hlas zákazníka přenesení do funkcí a aktivit, tak aby byly požadavky vnímány po celou dobu plánování. Po QFD lze definovat cíle kvality pro vývoj výrobku. (Nenadál, 2018, str. 235)

### **Návrh a vývoj výrobku**

Jako vstup pro fázi vývoje výrobku jsou využity cíle definované metodou QFD. Cíle jsou dále zpracovány a výstupem fáze je samotný prototyp. Produkt se vyvíjí dle konkrétních potřeb zákazníků a současně je důležité zohlednit aspekty jako je platná legislativa, záměry organizace, zájmy ostatních zainteresovaných stran a současnou úroveň vědy a techniky v automobilovém průmyslu. Do návrhu vstupují i ceny potencionálních zdrojů a možnosti organizace. Za optimální návrh je považován stav, u něhož dojde k uspokojení zákazníka a zároveň firma minimalizuje kombinované náklady. Velmi důležitý nástroj v této etapě je analýza možných závad pomocí FMEA. U vývoje produktu musí být přítomen tým technologů, kteří včas posoudí možnosti produktu ze strany kvality.

Po ukončení fáze vývoje výrobku má tým vedení projektu k dispozici:

- Výkres výrobku
- Technické i materiálové specifikace
- Zpětné vazby ze staveb prototypů
- Zvláštní požadavky na proces a výrobek
- Další produktové specifikace (Nenadál, 2018, str. 229)

## **Návrh a vývoj procesu**

Vstupy pro návrh a vývoj procesu firma získá z předešlého návrhu výrobku a přetvoří je pro vznik budoucího výrobního systému. Hlavní elementy pro vytvoření nového systému jsou:

- Vyrobiteľnosť
- Požadavky na proces
- Možnosti závodu

Vývoj procesu obvykle vychází z cílových požadovaných znaků kvality produktu a zároveň z technologického návrhu. Další důležité informace, které je nutné při vývoji procesu znát, jsou data o podmínkách, kde bude samotný proces probíhat i znalosti pracovníků. Během etapy vývoje procesu může firma narazit na nové překážky. Pro eliminaci těchto hrozeb může opět využít služeb metody FMEA zaměřenou na druh procesu. Součástí analýzy je i prověření konkrétního výrobního závodu. Je důležité určit technologickou náročnost na výrobu. Nový výrobek může vyžadovat pouze změnu náradí, ale jsou i případy, kdy je nutné přestavit nebo zřídit novou výrobní linku. (Nenadál, 2018, str. 229)

## **Validace produktu a procesu**

Validace výrobku procesu je finální fází před spuštěním sériové výroby. Pro ověření je nutné celý proces pustit v režimu předsériové výroby. Cílem je ověřit zda veškeré stroje, nástroje, měřidla, systémy i samotný výrobek jsou ve stavu, který bude možné finálně uvolnit k externímu zákazníkovi. Pouze takto je možné ověřit, že nově vytvořený proces výroby splňuje všechny požadavky a specifika výrobku v odpovídající kvalitě.

## **Výroba a zpětná vazba včetně nápravných opatření**

Plánování daného produktu kvality nekončí pouze validací procesu, ale velkou měrou zasahuje i do fáze výroby. Výstupy výroby se hodnotí včetně všech náhodných a vymezitelných příčin variability. Současně se hodnotí efektivnost plánování kvality daného produktu. Pro konkrétní definici variability procesu se využívají regulační diagramy a podobné statistické metodiky, které jsou uvedeny v kapitole 3.

### Doporučené výstupy etapy výroby jsou:

- Snížená variabilita procesu
- Vysoká spokojenost zákazníka
- Dodávání a servis
- Efektivita využití získaných zkušeností a poznatků včetně nejlepších praktik

Na základě různých analýz se navrhuje vhodná nápravná opatření, která vedou ke snížení variability procesu. Samotnou efektivnost plánování kvality výrobku lze určit až během etapy užívání daného výrobku. Průběh servisu lze následně vyhodnotit až po dodání prvních vyrobených kusů zákazníkovi. Při řešení následných problémů by měl dodavatel úzce spolupracovat se zákazníky v rámci zachování neustálého zlepšování výrobků a služeb. (Nenadál, 2018, str. 235)



Zdroj: D. H. Stamatis, 2019, str. 7

#### **Obr. 3 – Integrace APQP procesu**

Na obrázku č. 3 je zobrazen cíl metody APQP, což je integrace mezi týmovými lídry, inženýry, dodavateli, specialisty kvality a managementem. Mezi jednotlivými členy celého výrobního programu by měla probíhat vhodná komunikace, vzájemná tolerance a pochopení v obtížných situacích. Jen tímto přístupem je možné dosáhnout strategie win-win během životní cyklu výrobku. (D.H. Stamatis, 2019, str.7)



### 1.3 Metody managementu kvality

Pro plánování a zajištění vysoké kvality výrobků ve fázi výroby a předsériové fázi je nutné ve výrobních podnicích zefektivňovat výrobní procesy, vzhledem k nákladovým úsporám, snadnější komunikaci a využití všech nástrojů. K tomu slouží níže uvedené metody managementu kvality.

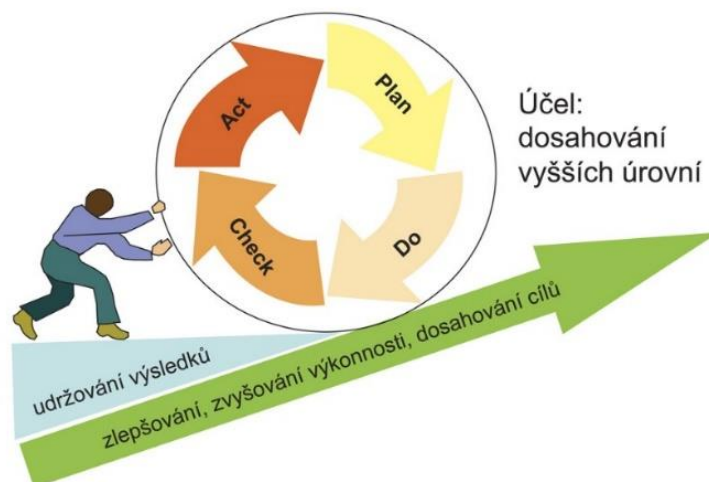
#### PDCA

S metodologií neustálého zlepšování managementu kvality úzce souvisí známý Demingův cyklus PDCA. Skládá se čtyř důležitých kroků:

- **Plan**– krok procesu plánování a určení potenciálu pro zlepšení
- **Do**– realizace naplánovaného opatření
- **Check** – kontrola provedeného opatření včetně vyhodnocení dosaženého výsledku
- **Art**- čtvrtý krok – korekce, provedeme v případě, že výsledek není v souladu s plánem

V praxi se PDCA cyklus neustále opakuje a tím dochází k nepřetržitému zlepšování interních firemních aktivit. Nicméně jedná se o velmi obecný postup, proto si spousta organizací vytvořilo další vlastní aktivity pro vylepšení.

Existují zlepšovací aktivity ve firmě, které se dají v krizový moment nařídit. Příkladem jsou nápravná opatření nebo technické změny, které se aplikují v případech, kdy hrozí zastavení výroby. Ale ze všeho nejvíce je zásadní spolupráce celého týmu včetně všech zaměstnanců, nestačí pouze iniciované změny na úrovni projektantů nebo inženýrů. V případě nového návrhu na zlepšení je nutné novinku rychle vyhodnotit a následně zavést. (Veber, 2010, Str. 126)



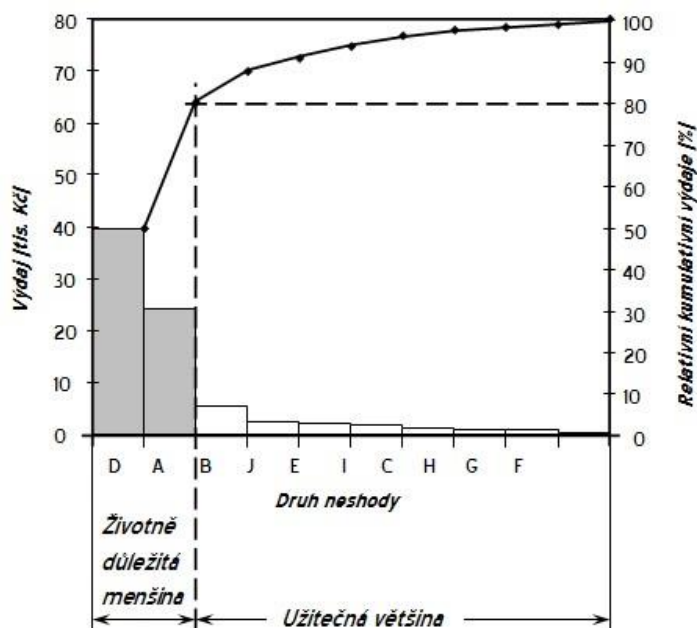
Zdroj: <https://www.cez.cz/edee/content/micrositesutf/odpovednost2013/cs/bezpecnost/zasada-zlepsovani-kvality-rizeni.html>

**Obr. 4 – Cyklus PDCA**

### **Paretův diagram**

I součástí managementu kvality je tzv. Paretův princip. Je to poznatek, který pomáhá při vzniku problému určit, která složka je nejvýznamnější a způsobuje nežádoucí efekt pro firmu. Paretův princip využívá pravidla 20 : 80. Interpretace zní: 20 % položek způsobuje 80 % důsledků. „ Předmětem zájmu interního auditu by mělo být prověřování zaměřeno na významné a rizikové procesy v podniku“. (Veber, 2008, Str. 146)

Na níže uvedeném grafu jsou uspořádané absolutní četnosti položek způsobující problémy na finálně vyrobeném díle ve strojírenství. Nejprve je nutné seřadit vady podle výskytu od největší po nejmenší. Následně sčítat kumulativní četnosti v procentech, které mi po protnutí zobrazí Lorenzovu křivku. Na závěr protnu bod na ose y (hodnota 80% důsledků) vpravo s bodem na Lorenzově křivce. Výsledkem je zjištění, že výrobek neprochází závěrečnou kontrolou kvality z důvodu nedodržení tolerancí, vady materiálu a zabroušení. Tento proces analýzy v praxi často ušetří velké množství nákladů a času. (Veber, 2010, Str. 146).



Druh neshody	Kumulativní výdaje [Kč]	Relativní kumulativní výdaje [%]
D	39 800	49,75
A	64 000	80,00
B	69 600	87,00
J	72 100	90,13
E	74 200	92,75
I	76 200	95,25
C	77 500	96,88
H	78 600	98,25
G	79 500	99,38
F	80 000	100



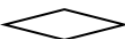
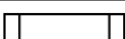


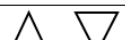

Zdroj: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/pareto-analyza/>

**Obr. 5. – Paretova analýza**

### Vývojový diagram

Procesy v automobilové průmyslu jsou velmi složité, probíhá několik procesů najednou. Pro lepší pochopení vnitřních synergií se používají různé vývojové diagramy, které znázorňují standardní symboly. Existuje spousta programů, které umí vývojové diagramy vygenerovat. Vývojový diagram je vhodná metoda pro analyzování procesu, konkrétních rozhodovacích uzlů a oblastí, kde mohou problémy vznikat. Zároveň zkoumá systém z pohledu nejvhodnějšího rozmístěných míst kontroly a identifikaci přebytečných činností. Znázorňuje graficky proces, což přispívá ke zlepšení pochopení a vymezení jejich postavení v procesu. Diagramy se používají zejména v systému řízení kvality, kde se jednotlivé procesy identifikují a koncipují. Obecně lze použít u jakékoliv složité činnosti. Tvorba vývojového diagramu probíhá v těchto krocích: Nejprve dochází k vymezení začátku a konce daného procesu, následuje popis činností procesu a jejich záznam. Poté se zpracuje první návrh diagramu, dojde k jeho přezkoumání a v závěrečné fázi se ověří vývojový diagram podle skutečně nastaveného procesu. (Veber Jaromír, 2010, Str. 146)

Na obrázku číslo č. 6 níže je znázorněna grafická symbolika vývojového diagramu, kterou popisuje norma ČSN ISO 5807. Více diagramů je vloženo v příloze.

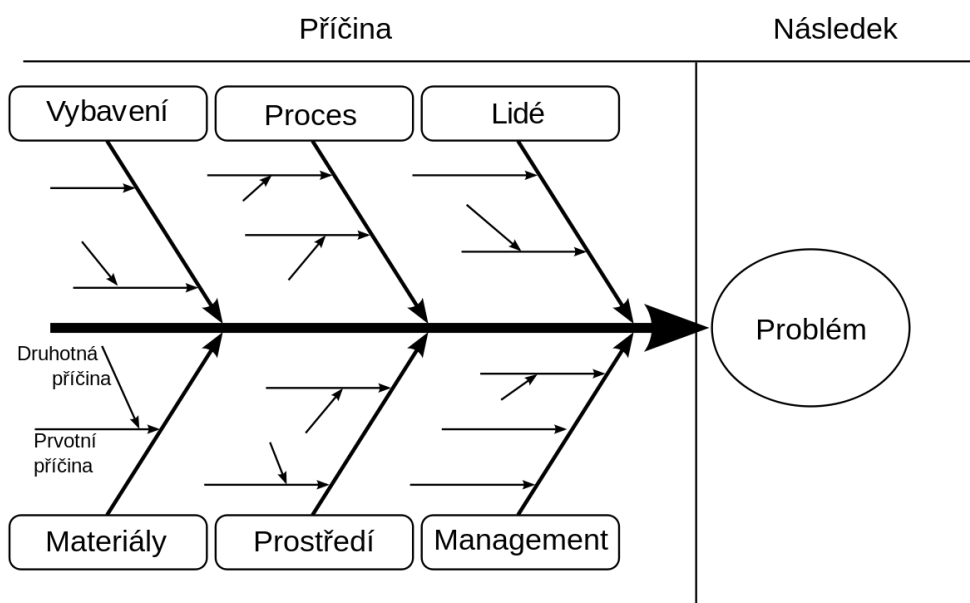
Symbol	Účel použití
	počátek (start), konec
	činnost
	rozhodování
	stykové místo s dalším popisovaným postupem
	zkoušení
	písemný dokument
	přechod na následující stránku
	místo přechodu činnosti

Zdroj: <https://www.slideserve.com/aimee/v-vojov-diagram>

**Obr. 6 – Grafická symbolika vývojového diagramu**

### Ishikawův diagram

Ishikawův diagram neboli diagram rybí kosti je jeden z nejdůležitějších nástrojů managementu kvality v automobilovém průmyslu. Tento diagram neříká procesu jak problém řešit, ale zabývá se příčinami vzniklé nepříznivé situace.



Zdroj: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Diagram\\_p%C5%99%C3%AD%C4%8Din\\_a\\_n%C3%A1sledk%C5%AF#/media/File:Ishikawa\\_Fishbone\\_Diagram\\_cz.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Diagram_p%C5%99%C3%AD%C4%8Din_a_n%C3%A1sledk%C5%AF#/media/File:Ishikawa_Fishbone_Diagram_cz.svg)

**Obr. 7 – Ishikawův diagram**

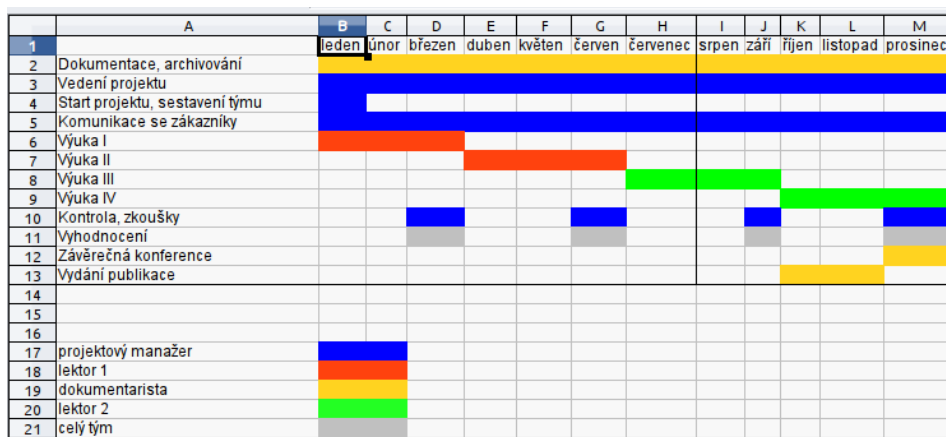
Diagram hledá opravdové jádro problému. Nejprve je důležité definovat příčiny, jakou jsou např. vybavení, lidé, materiály a podobně. K podrobné analýze a rozpadu těchto příčin se využívá brainstorming. „Bouřku mozků“ je možné rozpoutat rovnou na členských poradách, za účasti celého týmu. Z těchto porad nám vzejdou druhotné příčiny, jako je u personálu (lidí) např. kvalifikace, motivace, fyzický stav a podobně.

Diagram je možné vyhodnotit několika způsoby. Pan Verner doporučuje vybrat několik pracovníků z vývojového týmu a rozdat jim šest imaginárních bodů, které přidělí příčinám. Nejpravděpodobnější příčině pracovník přidělí tři body, méně pravděpodobné dva body a třetí jeden. Takto to provede každý vybraný člen týmu a vznikne nám přehled příčin, kterými by se měl vedoucí pracovník zabývat, tak aby došlo k odstranění inkriminovaného problému.

(Veber Jaromír, 2010, Str. 145)

### **Ganttův diagram**

Tento diagram vznikl v průběhu první světové války, kde byl využíván zpravidla k bojovým plánům a strategiím. Založil ho Henry L. Gantt. Úkolem diagramu je organizovat posloupnost úkolů od začátku do konce. Úkoly jsou zobrazovány na vertikální ose y, zatímco časová osa je znázorněna na horizontální linii. Např. projekt stavba domu může být velmi dobře popsán Ganttovým diagramem. Na vertikální ose se uvedou činnosti jako např. zemní úpravy, příprava základní desky, nákup materiálu, stavba stěn, střechy atd. V horizontální části jejich časový plán, který se může překrývat a tím umožnit souběh více operací najednou a urychlit celý proces. Na druhou stranu je tu i několik nevýhod, které Ganttův diagram nedokáže popsat, jako jsou nezobrazující závislosti mezi operacemi. Nebo změna v délce úkolu se nepromítne do zbývajících částí daného harmonogramu. (Veber Jaromír, 2010, Str. 90)



Zdroj: <https://denikneziskovky.cz/co-je-to-ganttuv-diagram-a-k-cemu-vam-muze-byt-dobry/>

**Obr. 8 – Ganttův diagram**

Tyto diagramy jsou velmi používané nejen v projektovém managementu, ale i v odvětví kvality při plánování zkušebních aktivit předsériových vozů. Tvorba plánu je pomocí softwarové techniky velmi jednoduchá a není zapotřebí žádné zvláštní kvalifikace. Velký přínos diagramu je také v rozdělení odpovědností jednotlivých úkolů (Svozilová Alena, 2016, str. 152)

## QFD

Při vývoji nového výrobku je důležité zaměřit se na vstupní zdroje, jako jsou: požadavky zákazníků, zkušenosti daného vývojového centra, povinné homologační nebo technologické předpisy. Na základě těchto poznatků je možné získané informace transformovat do technického zadání, čímž se zabývá metoda QFD.

Metoda QFD je aplikovatelná v úrovních: Návrh produktu, návrh komponent, plánování kroků (postupů) a plánování produkce.

Dokonalá transformace informací od zákazníka metodou QFD se velmi výrazně promítne do výsledného produktu, v případě automobilového průmyslu do prvního postaveného prototypového vozu, který poprvé čelí marketingovým hodnocením např. ve formě klinik.

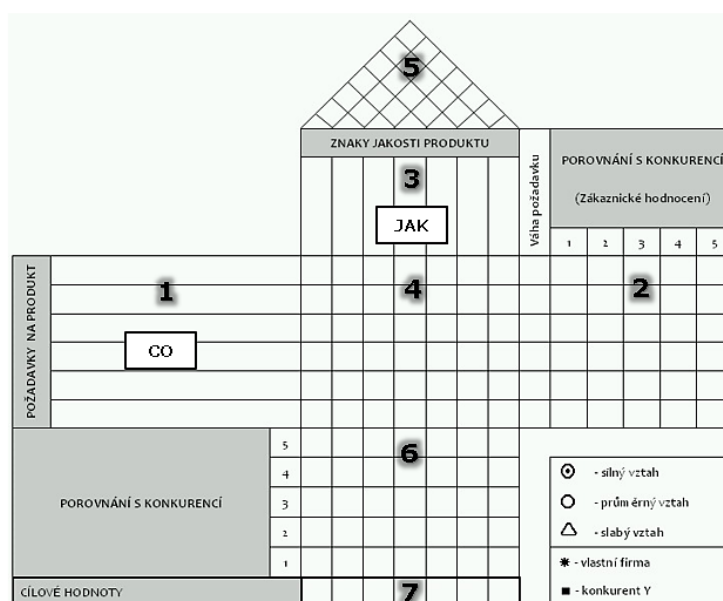
Rozeznávají se typy zákaznických požadavků: **Samozřejmé** - jsou to požadavky, které zákazník očekává automaticky a firma na ně speciálně neupozorňuje. **Běžné (vyslovené)**, tyto přání dokáže zákazník v případě anketového šetření vyjmenovat.

V případě opomenutí běžných požadavků dochází k neuspokojení zákazníka. **Neočekávané vlastnosti**, jsou prvky (ve vozidle), které kupující nového produktu absolutně neočekává a pozitivně ho překvapí. V případě ŠKODA AUTO a.s to jsou známé Simply Clever prvky umístěné např. ve víčku nádrže (škrabka) nebo různé háčky v kufru a podobně.

Jednotlivé kroky QFD užití lze použít na konkrétních příkladech. Příkladem může být návrh koncepce interiéru automobilu. Proces probíhá přípravou prototypové vozu s funkčním interiérem. Provede výběr vhodných respondentů, kteří interiér ohodnotí pomocí dotazníkové akce.

Návrh je následně hodnocen z pohledu designu, ergonomie, pocitových vlastností (čich, akustika) a podobně. Tým odpovědný za přípravu dotazníku (vstupních dat) musí mít pokročilé povědomí o metodě QFD. Dalším výsledkem QFD může být redukce variant produktu a tím ušetření komplexity v dalších fázích vývoje automobilu. K redukci technických parametrů je využíváno specifických zaškrťovacích tabulek v papírové nebo digitální podobě. (Machan J., 2010, str. 36)

Hlavní aplikací QFD metody je tzv. „Dům kvality“ (matice plánování výrobku), jímž se transformují jednotlivé požadavky ze strany zákazníků do jednotlivých znaků kvality konkrétního výrobku. „Dům kvality“ je znázorněn na obrázku devět níže pod textem.



Zdroj: <https://denikneziskovky.cz/co-je-to-ganttuv-diagram-a-k-cemu-vam-muze-byt-dobry/>

**Obr. 9 – Základní varianta domu kvality**

1. **Stanovení požadavků na výrobek (CO?)** - do formuláře se napíše seznam všech požadavků zákazníka, které předloží oddělení marketingu.
2. **Zpracování zákaznického hodnocení** - stanoví se váha k výše určeným požadavkům zákazníků a body se porovnají s konkurenčním výrobkem.
3. **Stanovení základních znaků kvality výrobku (Jak?)** - jedná se o konkrétní znaky výrobku nebo procesu, které jsou měřitelné (např. tvar, barva, tuhost a podobně). Seznam definovaných ukazatelů kvality znaků se píše vertikálně, tak by tvořil sloupec matice.
4. **Vyhodnocení vztahů matice** - zhodnocení závislosti mezi požadavky a znaky kvality posuzovaného výrobku. Typy závislosti: silný, průměrný, slabý a žádný vztah.
5. **Zpracování korelační matice** – posuzuje se vztah mezi kvalitou daného výrobku a závislostí (pozitivní nebo negativní). Matice je zobrazena ve střeše domu kvality.
6. **Technické srovnání s konkurencí** – na rozdíl od výše popisovaného zákaznického hodnocení dochází ke srovnání dosažených znaků kvality konkurence.
7. **Stanovení cílových hodnot** - hlavním výstupem aplikace „domu kvality“ jsou cílové hodnoty, které jsou měřitelné. Současně je chtěno tyto hodnoty dosáhnout ve výrobě včetně tolerovaných veličin. (Směrnice, ŠA)

## DFMA

Zkratka DFMA představuje soubor metod používaných v automobilovém průmyslu, které slouží k optimalizaci výrobku při montáži či opravitelnosti. Výrobek se skládá ze sestavy dílů, které se dále rozpadají na samostatné součásti a ty je nutno spojovacím materiálem spojit. Automobil je složen z několika tisíc součástí, které musí zákonitě tvořit celek. Např. jednu sestavu tvoří přední nárazník, ten je složen z jednotlivých součástí, jako jsou mřížky, lišty, mlhovky, znak, držáky na uchycení, tzv. „klipy“ a podobně. Každý tento díl musí být vyroben, smontován a následně i servisován. Tyto činnosti musí být ve firmě provedeny co nejefektivněji za předpokladu nízkých nákladů.

Rozlišuje se několik metod:



**DFM – Design for Manufacturing** – zabývá se procesem vyrobitelnosti dílů a následnou úsporou nákladů.

**DFA– Design for Assembly** – metoda orientující se na úsporu nákladových položek při montáži linkových dílů.

**DFS– Design for Services** – redukce aktivit při opravě v servisu nebo výměně dílů, tak aby náklady byly co nejnižší a také oprava časově optimální. Každý díl na automobilu by měl být v případě vyměnitelný.

**DFEE – Design for Enviroment–** automobilový průmysl musí myslet i na životní prostředí. Tato metoda je cílena na efektivní oddělení použitých materiálů na voze při recyklaci.

Metody uvedené výše by neměly omezovat danou funkcionalitu jednotlivého dílu. Výrobek po nákladové a montážní optimalizaci musí poskytnout stejné funkce. Metody se využívají zejména v procesu vývoje výrobku, ačkoliv ve vývojové fázi lze na dílů provést nejvíce úprav za nízké náklady. Konkrétní případy redukce variant budou představeny v praktické části diplomové práce. (Machan J., 2010, str. 50)

## **FMEA**

Metoda Failure Mode and Effect Analysis je zaměřena na analýzu možného vzniku závad u nově připravovaného výrobku. Během analýzy závad v týmu je nejčastěji kladen důraz na ohodnocení jednotlivých rizik a návrhu opatření vedoucí k odstranění nebo alespoň ke zmírnění těchto indikovaných rizik.

Historicky tato metoda pochází z kosmického výzkumu NASA Apollo. Během let prošla několika aktualizacemi (poslední v roce 2019) a rozšířila se do dalších oblastí průmyslu. K největšímu využití došlo v automobilovém průmyslu, kde dochází k využití metody FMEA k prevenci neshod kvality u jednotlivých komponentů vozu.

Metody FMEA:

- FMEA návrhu produktu – analýza vzniká při návrhu daného produktu nebo procesu, před vstupem do výroby.
- FMEA procesu – analýza rizik možné vady u běžícího procesu.

Přínosy metody jsou pro automobilový průmysl velmi důležité, dochází k velkým úsporám v předsériové fázi výrobku, zejména ke snížení četnosti změn ve fázi

předsériové výroby i vývoje. Vznikají možnosti k optimalizacím jednotlivých návrhů a systémovým přístupem firma zvyšuje jakost finálního výrobku či procesu.

#### Analýza současného stavu včetně využití

Práce při FMEA začíná tím, že specializovaný pracovník členy týmu seznámí s jednotlivými charakteristikami a funkcemi produktu, které zákazník očekává. Následně produkt rozčlení na součásti a provádí se vlastní analýza. V prvním kroku analýzy se indikují všechny možné vady, které by mohli u dané součásti během životního cyklu nastat. Poté se identifikují možné příčiny, které by analyzované vady mohly vyvolat.

Hodnocení se boduje na stupnici od jednoho do deseti trestných bodů (bod 10 nejvíce kritický, ohrožuje provoz u vozidla). K bodování se využívají tabulky a protokol viz příloha č. 3.

Na základě všech bodových hodnocení se pro každou vadu vypočítá tzv. rizikové číslo (RPN – Risk Priority Number).

Název FMEA		Zpracovatel	Datum konání FMEA		FMEA-Typ											
Name der FMEA		Bearbeiter	Datum der Umsetzung													
Předmět FMEA		Zodpovědná oblast	FMEA-Status		Datum kontroly protokolu											
Gegenstand der FMEA		Verantwortlicher Bereich	FMEA-Status		Datum der Protokoll-Kontrolle											
			Růžběžní													
FMEA Tým / FMEA Team																
Funkce	Možná chyba	Možný důsledek	S Příčina	Kont. prev opatření	Vznik	Odhad riziko	Možné riziko	Doporučená opatření	Odpovědnost	Termín	Provedená opatření	Vznik	Odhad riziko	Možné riziko	Stav	
Funktion	Potentielle Fehler	Potentielle Fehlerfolge	Ursache	Kontrollmaßnahme	A	B	E	Empfohlene Abwehrmaßnahme	zu erledigen durch		Getroffene Maßnahmen	A	B	E	RPN	Status

Zdroj: Nenadál., 2008, str. 117

Obr. 10 – Protokol FMEA návrh produktu

U vad u nichž je rizikové číslo příliš vysoké, dochází vzhledem k porovnání s kritickou hodnotou, kterou stanovuje zákazník k návrhu daného opatření.

Doporučené opatření je nadále ve sledování týmu FMEA, současně je stanoven i finální termín realizace. Za termín realizace včetně zavedení návrhu opatření je odpovědný vedoucí daného oddělení.

Závěrečnou etapou je hodnocení výše nasazeného opatření. Celý tým znovu zhodnotí rizika jednotlivých vad, včetně nových opatření a zanesse výsledky do druhé části tabulky. V případě, že dojde k poklesu celkového rizikové čísla, lze opatření považovat za přijatelné. V opačném případě musí dojít k navržení účinnějšího opatření a hodnoty rizikových čísel se musí znovu přepočítat.

(Nenadál., 2008, str. 117)

## 2 Charakteristika vybraného podniku a popis používaných metod

Pro popis metodiky kvality v předsériové fázi životního cyklu výrobku byl vybrán evropský podnik zabývající se sériovou výrobou automobilů. Je to jeden z největších exportérů produktů mimo Evropu a zároveň drží velký tržní podíl na celosvětovém trhu. Celkem tvoří 123 výrobních závodů ve dvaceti evropských zemích. Roční obrát této akciové společnosti tvoří více než 200 mld. €. Firma nabízí tyto hlavní segmenty vozů:

**SUV (Sport utility vehicle)**, sportovní vozidlo užitkové je určeno zejména do podmínek běžného provozu jako je pohyb po městě i vně. Zároveň si tyto vozy dokážou poradit i s lehkým terénem, jako je cestování po prašných cestách mimo pozemní komunikaci. V českém prostředí je tato třída vozů mylně zaměňována s vozy OFFROAD, které jsou situované do těžkého terénu. Příkladem českého SUV jsou vozy ŠKODA KAROQ, KODIAQ a KAMIQ. Na druhou stranu do terénu jsou určeny vozy značky JEEP Wrangler, SUZUKI Jimmy, LADA Niva, MITSUBISHI L200 a podobně.

### MPV

MPV oproti SUV nevypadá až tak luxusně, naopak připomíná dodávku. MPV je zkratka pro multi-purpose vehicle, což znamená víceúčelové vozidlo. Je to velmi prostorné rodinné osobní vozidlo větší než sedan, hatchback nebo kombi. Proto si jej oblíbili zejména rodiny, obzvláště ty vícečlenné. MPV se vyrábí i v sedmimístné verzi.

Oblíbeným MPV vozidlem je například Volkswagen Touran. I zde je nutné zvednout dítě výše, než však tolik jakou u SUV. Dveře jsou navíc širší, což umístění dítěte do sedačky značně usnadní. Výhodou MPV vozidla je také větší zavazadlový prostor, který potřebná rodinná zavazadla "pohltní" bez velkých problémů.

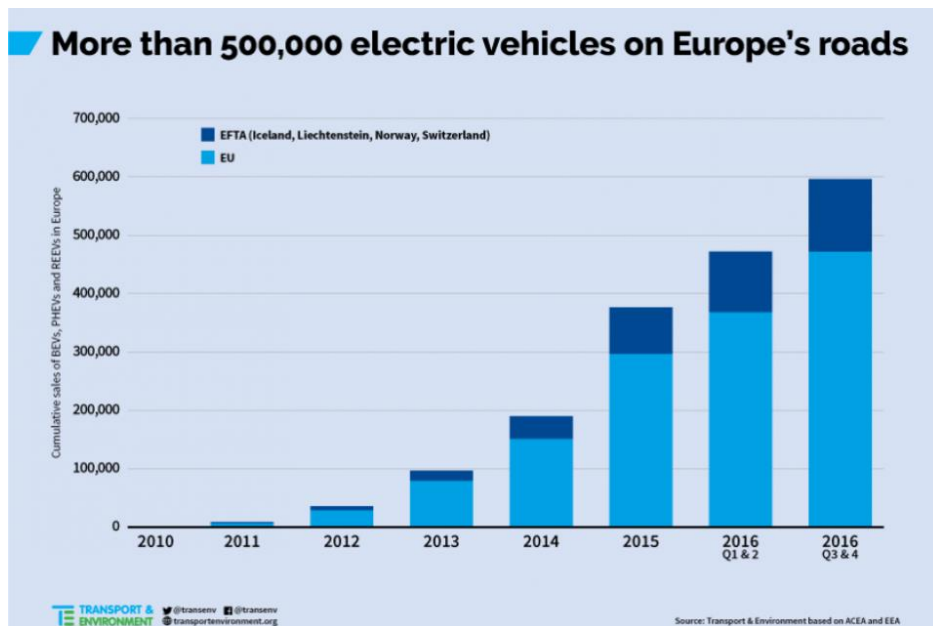
**Sportovní automobily** také velmi důležitý segment, který cílí hlavně na dynamiku jízdy a dokonalé jízdní vlastnosti. Mezi významné zástupce patří Porsche, čistě sportovní automobil s výborným poměrem váha/výkon. Ve voze je zabudovaný plochý, nejčastěji šestiválcový boxer s protilehlými písty. Tento koncept agregátů je využívaný hlavně značkou SUBARU.

**Nižší střední třída neboli kompaktní třída** tato třída tvoří ve vybrané firmě nejprodávanější skupinu. Vozy jsou vyráběny v karoseriích hatchback, kombi, sedan nebo liftback. Auta svými vlastnostmi i cenou tvoří dokonalé rodinné vozy. Nabízejí nejčastěji čtyřválcové motory přeplňované turbodmychadlem s pohonem jedné či dvou náprav. V ČR má tento segment jasného zástupce v podobě modelu Škoda Octavia. Je to mezi zákazníky ŠKODA bestseller, který na trhu má již čtyři modelové generace.

**Vyšší střední třída** je mezistupeň mezi nižší střední třídou a luxusními automobily. Pro tuto třídu je typický velký prostor ve voze a mnoho příplatkových výbav, což se v závěru podepisuje i na vyšších cenách. Reprezentanty v ČR tvoří ŠKODA Superb, VW Passat, Mazda 6 a Renault Talisman.(Autojournal.cz)

**Elektromobily** jsou trendem dnešní doby, přísné emisní standardy vystavují firmy velkému tlaku v dodržování CO<sub>2</sub> hodnot. Celý automobilový průmysl je postaven před výzvu v podobě překlopení své výroby na elektrifikované prostředky. Průmysl prochází transformací, která tu nebyla dekády. Cílem je zajistit maximální mobilitu pro zákazníka a současně zajistit růst zisku pro celou firmu. Jedním z úspěšných plně elektrických vozů na trhu je Audi E-Tron, představuje plně praktické účinné vozidlo na každodenní použití s výkonem 300kW, zrychlením z 0 na 100 za 5,7 sekundy a dojezdem více než 400 km. U automobilu E-Tron je kladen velký důraz na aerodynamiku a asistenční systémy. Další úspěšný plně elektrický model je FIAT 500e, kterých se prodalo několik desítek tisíc.

Graf níže znázorňuje celkový počet elektromobilů v Evropě. Po roce 2016 již přesahuje hranici půl milionů vozů.



Zdroj: <http://www.proelektrotechniky.cz/elektromobilita/264.php>

### **Obr. 11 – Elektromobily v Evropě**

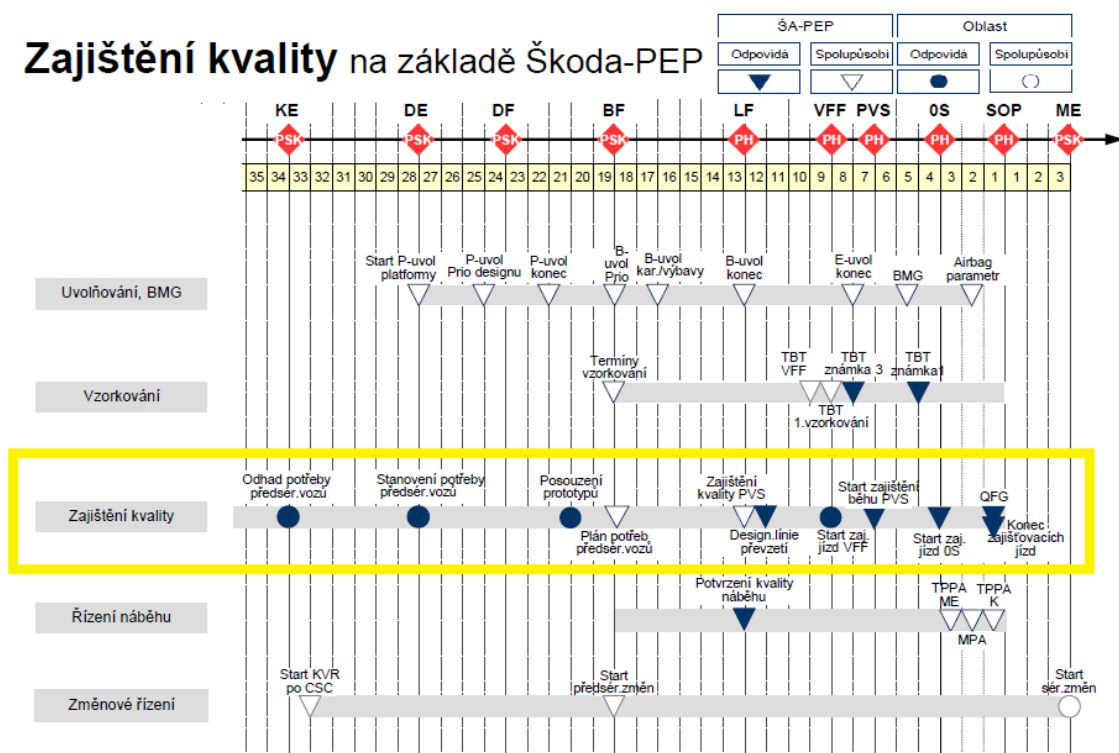
Vybraná firma působí v dalších segmentech automobilového průmyslu, jako jsou nákladní vozidla, autobusy, motocykly, atd. Nicméně hlavní výrobní program je cílen na výše uvedené třídy vozů.

### **Mezi hlavní cíle vybrané korporace patří**

- Vytvářet a udržovat ziskový růst
- Zaměřit se na účinnost, inovativní prostředí a orientaci na zákazníka
- Udržet kurz v transformaci průmyslu na elektro mobilitu
- Zaměřit se na vývoj baterií a autonomního řízení
- Pracovat na neustálém zlepšování kvality výrobků

## 2.1 Zajištění kvality během předsériové fáze životního cyklu výrobku

Pro zajištění odpovídající kvality v předsériové fázi výrobku, je nutné stanovit a dodržovat závazné milníky. Tento proces je povinný a za plnění jednotlivých milníků odpovídá konkrétní oddělení. Případná témata, které je nutné eskalovat jsou prezentovány na poradách s odpovědnými vedoucími odborných útvarů u jednotlivých milníků. Jako vzor pro diplomovou práci byla vybrána směrnice PEP ze



ŠKODA AUTO.

Zdroj: interní směrnice ŠKODA AUTO a vlastní doplnění

**Obr. 12 – Zajištění kvality**

### Fáze předsériových vozů

Jednou z nejdůležitějších fází vývoje výrobku v automobilovém průmyslu je předsériová fáze vozů. Hlavním úkolem předsériové etapy je vyzkoušet připravenost výrobku po stránce technologické, výrobní tak i legislativní. Cílem celého zkušebního řetězce je odhalit případné závady včas, dříve než dostane vůz finální zákazník.

Cílem diplomové práce je zaměřit se na konkrétní závady vznikající v této kontrolní fázi a navrhnout opatření.

### **Posouzení prototypů**

Jsou určeny zejména pro interní zkoušky technického vývoje. Zdrojový vůz je objednan odborným útvarem jako série, následně je představován na prototypové dílně. Proběhne jeho oživení a na základě přejímací listu je vydán uživateli. Tyto vozy se nikdy nedostanou k externímu zákazníkovi.

### **PVS (ověřovací série) a VFF (vozy pro schvalování předsérie)**

Vozy PVS a VFF jsou produkovány v odpovědnosti pilotní haly. PH vozy z linky kompletuje ručně, nebo je doprovází přímo v toku linky a případné anomálie kompenzují technici přímo na lince. Měření emisí probíhá v příslušném oddělení až po finalizaci vozu v pilotní hale.

### **OS (nultá série)**

Vozy nulté série včetně tiskových vozů jsou vyrobeny na sériové výrobní lince dle modelů a místa určení výrobního závodu. Odebírány jsou kvalitou, která provádí kvalitativní a funkční jízdní zkoušky. Při vrácení vozu je sepsán tzv. zkušební protokol, ve kterém jsou uvedeny závady a nutné potřebné opravy. V případě, že zkušební vůz neprojde závěrečnou výstupní kontrolou na výrobní linky např. závada na brzdách, tak není možné zahájit jízdní zkoušku.

### **Odhad potřeby a proces objednání předsériových vozů**

Objednání vozu probíhá až po finálním schválení projektu. Nejprve vznikne technické vyhodnocení, kde jednotlivé odborné útvary za podvozek, agregát, zkoušky, elektroniku apod. navrhnu výši vývojových financí a počet předsériových vozů potřebných pro vývoj dané součásti (např. přístrojová deska pro facelift.)

Na základě výše uvedeného odhadu a přidělení rozpočtu proběhne rozplánování zkoušek na definovaný vůz. Vůz je specifikován, tak aby splnil požadavek daného odborného útvaru, který bude zkoušku na voze provádět. Auto musí mít správně vybraný motor, převodovku i mimořádnou výbavu.

Následně se objednávka zašle na předsériovou logistiku, která zabezpečuje všechny díly popsané popisem vozu a provede objednání ve výrobě. Objedávka



prostoupí do výroby, kde přidělí na základě VIN výrobní týden a vůz na sériové lince mezi ostatními modely vyrobí. Tento celý proces trvá 12 týdnů.

Vůz po ukončení jízdních zkoušek odebere odborný útvar kvality k funkčním zkouškám, analýzám, zástavbám dílů a případné aktualizace SW řídicích jednotek. Po ukončení všech zkoušek proběhne vyhodnocení, evidování a uložení vzniklých závad. Vozy určené pro VIP (např. vozy pro kancelář prezidenta, sportovce, výstavy), tisk a speciální akce podléhají speciálním analýzám, dalším měřením nebo dodatečným opravám v odborných skupinách oddělení kvality.

Výsledkem jsou tzv. zkušební protokoly, jejichž originály putují k archivaci zpět do archivu kvality. (interní zdroj firmy XY)

## **2.2 Metody kontroly kvality během předsériové fáze**

Cílem měření, zkoušek a kontrol u předsériových vozů je udělit schválení kvality definovaného projektu v porovnání se zákonnými a interními předpisy.

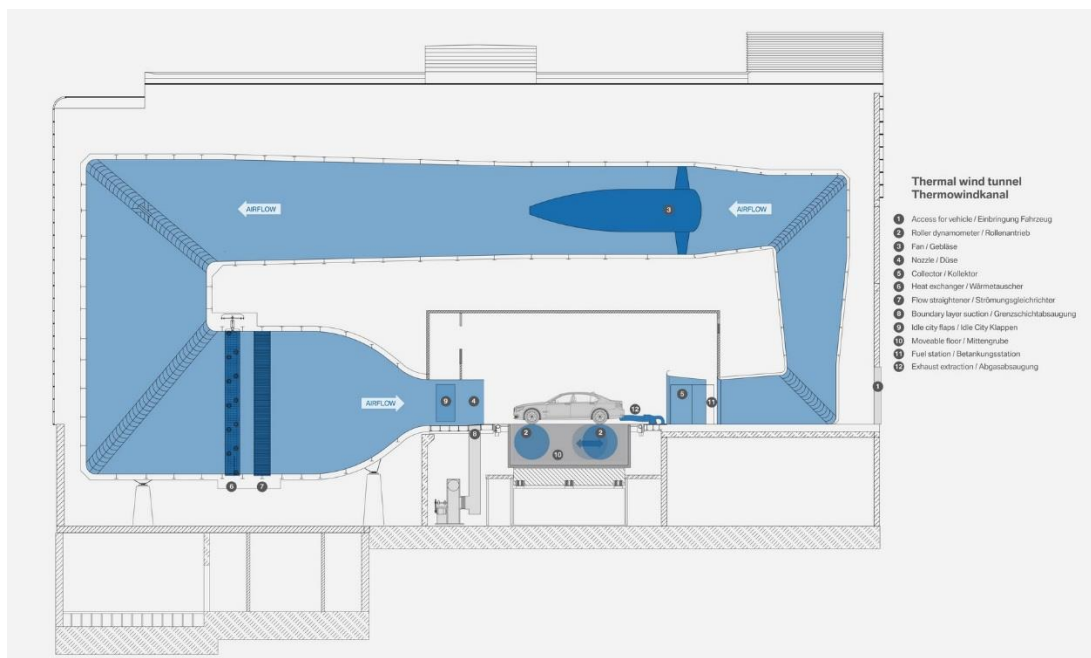
Pro nový produktový projekt (nový vůz, modelovou péči, facelift nebo koncepční změnu) odborný útvar naplánuje objem zkoušek nutný k finálnímu uvolnění vozu do sériové výroby. K sestavení harmonogramu zkoušek jednotlivých vozů se ve vybrané firmě využívá Ganntův diagram.

Výsledek funkční zkoušky pro daný projekt musí být označen jako vyhovující, v případě že je výsledek negativní, tak probíhá analýza závady. Závada se musí odstranit nebo popsat odchylkou na uvolnění vozu. (např. přetížená zadní náprava z toho plyne restrikce mimořádné výbavy). Technická odchylka je dokument, který popisuje konkrétní odlišnost na voze od projektového stavu. Musí být schválená všemi vedoucími oblastí vývoje, logistiky, nákupu, kvality a marketingem. Zároveň slouží výrobě k informaci, jaké číslo dílu nebo popsanou změnu má do vozu na lince zajistit.

Mezi zkoušky patří: **Funkce podvozku a motor-managementu**, v rámci této oblasti zkoušek dochází k uvolnění finálního stavu software řídicí jednotky agregátu a převodovek. Zkouší se chování motoru za běžného provozu na silnici a v klimakomoře. Měří se zákaznická spotřeba paliva, dynamické parametry vozu, výskyt sporadický závad pomocí dataloggeru. Na podvozku se technici zaměřují na geometrii náprav, zkoušky brzd, přiřazení pružin tlumičů. Nechybí ani ověření

nastavení světlometů a kouřivosti dieselových agregátů. **Akustika a zkoušení jízdních hluků** je další v pořadí. Ve vozech je přebíráno velkého množství akustických opatření z jiných modelů i s nově vyvinutými díly. Proto se provádí akustická subjektivní kontrola vnitřního i vnějšího hluku vozu. Ověřuje se i kontrola vibrační a resonancí. Vyhodnocována je i úroveň venkovních aerodynamických hluků a kvalita audiosystému. K závěrečnému posouzení je v krajním případě povolován i vrcholný management. **Funkční zkoušky karoserie a výbav**, zde oddělení kvality ověřuje komfort ovládacích sil, topení, klimatizaci a komfort sedaček. Na karosérii kontrolují rozměrovost dílů s porovnáním s daty a tzn. wasser test – vodotěsnost vozu. (interní směrnice firmy XY).

### Klimakomora



Zdroj:<http://mixmotor.eu/10937/energeticke-vyvojove-centrum-spolocnosti-bmw-group>

### Obr. 13 – Klimakomora

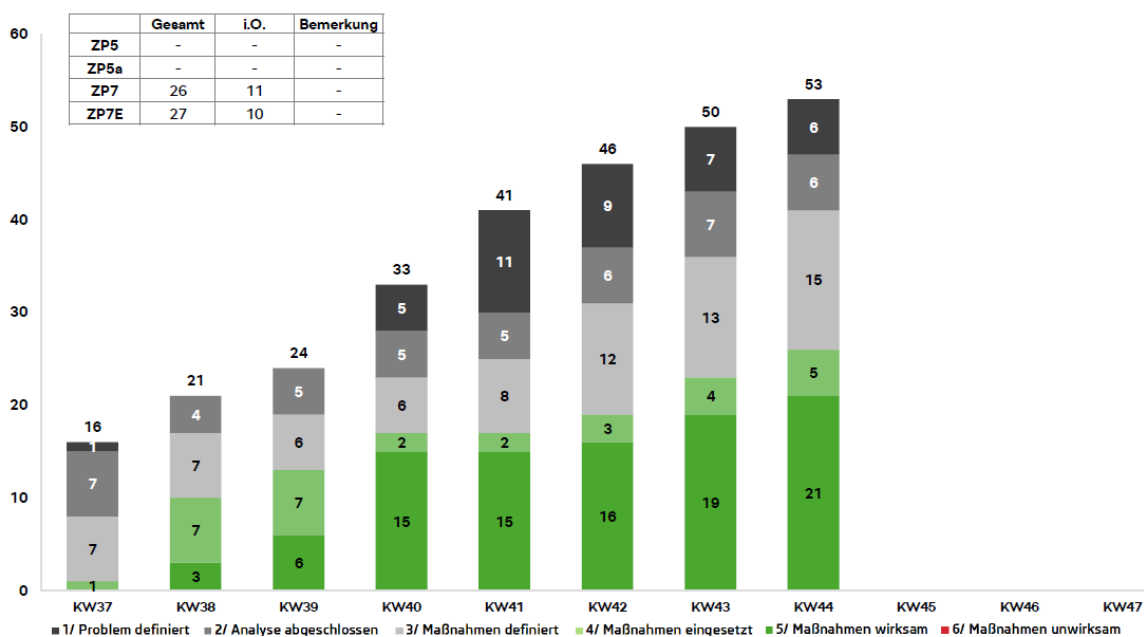
**Zkouška konformity a měření emisí**, tento soubor zkoušek ověřuje stabilizace emisí u zákaznických vozů dle platných předpisů. Dle zákonných požadavků dochází ke kontrole bezpečnostních pásů, hlavových airbagů atd. Na zkoušku emisí navazuje RDE měření, ověřuje se na vozech kvality v rozmezí 0 – 15 000 km. Provádí se v laboratorních podmínkách na válcích i v reálném provozu dle NEDC a WLTP. Další důležitou a vývojově náročnou etapou je vývoj a zkouška **elektroniky**. Zde se na vozech provádí funkční zkouška všech elektrických komponentů ve voze,

kontroluje se stav dat i hardware zabudovaných v předsérii. Kvalita se zaměřuje i na rádia, navigace, handsfree a kompletní multimédia. U nových projektů je kladen důraz na elektrické svazky, jejich zapojení a měření klidového proudu. Dále se provádí kontrola návodů k obsluze. (Metodický pokyn firmy XY)

### 2.3 Druhy závad během zajišťovacích jízd kvality

Během zajišťovacích jízd na vozech kvality vznikají různé druhy závad. Velká četnost těchto závad je očekávána zejména u nových projektů, které nemají v modelové řadě předchůdce. Nebo při orientaci na nový druh pohonu v průmyslu, což je u vybraného podniku elektrifikace a nekonvenční motorizace. V době implementací moderních technologií do vozů, vzniká nespočet softwarových závad. Velký důraz na aktuální software je kladen zejména na chytrá rádia a digitální kombinované přístroje.

Závady na vozech jsou sledovány např. ve formě sloupcových grafů, jako je uvedeno na obrázku číslo 14. Tmavě zeleně jsou označeny závady, které mají nasazené fungující opatření. U šedě až černě zbarvených závad je analyzován problém, pro který je nutné zavést opravné opatření nebo dochází k aplikaci opravné smyčky, červeně označené problémy jsou tzv. TOP body, které mohou ohrozit nulťou sérii a i případné nasazení do sériové výroby.



Zdroj: Interní materiály ŠA

Obr. 14 – Sloupcový diagram závad

Druhy závad:

- **Technologické** - Vady způsobené špatnou technologií, nejčastěji u dodavatele nebo subdodavatele. Využitím nekvalitního materiálu nebo chybným výrobním postupem. Za cílem úspory nákladů se následně závada vlivem materiálu projeví až v předsériové fázi výrobku. Z čehož následně vyplynou dodateční náklady pro celou firmu.
- **Legislativní** - Závady typu: nekompletní dokumentace k vozu expedovaného do zahraničních států, chybné označení štítku pro danou zemi, chybějící homologační značka na příslušném díle apod. Za tyto závady nese odpovědnost příslušné oddělení homologací, které veškeré legislativy studuje a následně analyzuje.
- **Výrobní a systémové** - Chyby způsobené nedodržením procesu, jako je např. chybějící díl v technickém systému nebo způsobeno jednotlivcem ve zkušební nebo vývojovém řetězci. Nekompletní dokumentace, softwarová chyba, chybějící číslo dílu v kusovníku nebo jiný problém v systémech. Může vzniknout i závažnější problém na technice jako je např. odlupující se lak z plastové části výfuku nebo i chyba v barvě interiéru.

### **Závěrečné uvolnění modelu do sériové výroby představenstvem**

Závěrečné uvolnění zákazníkům do série proběhne po odsouhlasení představenstvem při tzv. jízdě MFA. Kvalita připraví konkrétní modely vozů, u kterých firma plánuje zahájit produkci do deseti kalendářních týdnů.

Vozy jsou připraveny do silničního provozu ve statusu, který odpovídá zákaznickému stavu. Celkem bývá připraveno kolem deseti vozů, včetně několika modelů konkurence, tak aby bylo možné případné závady porovnat. Vybraní vedoucí za oblasti technického vývoje, nákupu, vedení firmy, marketingu a kvality si mají možnost vybrané vozy vyzkoušet a analyzovat případné závady.

Kolona vozů startuje v areálu firmy a trasa sčítá celkem dvě stě kilometrů po okolí. Cesta vede po různých profilech silnic, jakou jsou úzké nerovné cesty, šotolinové úseky lesem i rovné dálnice. Během jízd celý konvoj doprovází posádka rychlé

záchranné služby, tak aby v případě nehody některého z vozů mohla ihned zasáhnout.

Součástí jízd musí představenstvo plnit různé úkoly, které připravilo oddělení kvality, např. nastavit různým způsobem elektroniku ve voze, propojit telefon s pomocí handsfree funkce, spustit navigaci, topení, větrání, přepnout jízdní režimy podvozku a podobně. Cílem těchto aktivit je odhalit případné závady nebo nedokonalosti v provedení vozu, které by mohl zaznamenat zákazník po prvních kilometrech s novým vozem.


Ihned po skončení jízd představenstvo zasedá a prochází jednotlivé závady, případně technické nedostatky z výše popsaných MAFA jízd. Všechny zaznamenané závady z vozu se promítnou na prezentační plochu. Autor podepsaný pod poznámkou, konkrétní závadu na typu vozu představí. Po prezentaci všech anomálií na zkoušených vozech představenstvo rozhodne o uvolnění modelu do sériové výroby.

### 3 Analýza konkrétních závad vozů v předsériové fázi

Cílem třetí kapitoly je analyzovat a popsat vybrané závady z předsériové fáze životního cyklu výrobku. Níže uvedené závady vznikly na konkrétních vozech ze série VFF, PVS nebo OS. Vždy po objevení závady dochází k přípravě tzv. problémového listu. Na tomto listu je vždy uvedený název závady, číslo projektu, odpovědné oddělení, navrhované opatření a detailní popis problému včetně obrázku nebo technického výkresu. Na obrázku č. 15 níže je situován semafor, který znázorňuje závažnost problému. Nejvíce problémové body jsou označeny červeným semaforem a znamenají dopad do SOP projektu nebo nemožnost nasazení do výrobního programu.

#### **Chybí volant a krytka pro vozy se sportovní výbavou**

SK3x6/1 MP20xx (SOP xxxx)



**Betroffene Fahrzeuge / Teile / Lieferant**  
PVS vůz č. 1076 / Volant – 5E3.419.093.\*; Krytka volantu – 5E3.419.685.\*

**Problem:**  
Chybí volant a krytka volantu pro vozy se sportovní výbavou

**Ursache:**  
Chyba kusovníku – žádný volant ani krytka nemá PR +BAF+2FT (Kožený multifunkční volant, vyhřívaný Tiptronic)

**Maßnahme:**  
Upravit kusovník  
Z: B, EKS  
T: KT TBD

1/ Problem definiert 2/ Analyse abgeschlossen 3/ Maßnahmen definiert 4/ Maßnahmen eingesetzt 5/ Maßnahmen wirksam 6/ Maßnahmen unwirksam

ZP7	VFF KW xx	PVS KW 37/19	OS KW 50/19	SOP KW 25/20	Festoesstellt KW 43	<b>ZP7 – 25</b> <b>KPM</b>
					Erledigt KW xx	

Zdroj: Interní materiály ŠA

#### **Obr. 15 – Problémový list**

Níže v textu práce je u každého problému v první odstavci charakterizována závada, ve druhém je uvedeno, ve který časový okamžik daného projektu k problému došlo a na závěr je popsán konkrétní negativní dopad, případně rychlé krátkodobé řešení. Obecně platí pravidlo, čím dříve dojde k odhalení nedokonalosti u předsériového vozu, tím jsou finální negativní dopady menší.

### 3.1 Odlupující se chromové koncovky výfuku u prémiového SUV

Na dlouhodobých zkouškách vozů kvality se zhruba po sto tisících kilometrech objevil problém se zadní koncovkou výfuku. Na vnější pohledové hraně tzv. horké koncovky, která reálně slouží k vyústění výfukové soustavy, docházelo k odlupování chromu. Koncovky výfuku jsou standardně zkoušeny v technickém vývoji v klimakomoře a na dlouhodobých zkouškách, které jsou plánované jako dlouhodobé a mají simulovat všechna opotřebení dané běžným provozem.

Na problém se přišlo až těsně při přechodu projektu z nulté série do sériové výroby. Vadné koncovky nebyly tedy odhaleny ani při technických zkouškách a následném udělení BMG. Tento případ jen potvrzuje důležitost inkriminovaných milníků kvalitářských zkoušek.

Výše uvedená závada se projevila na každém voze, který byl ve sportovní specifikaci, pro kterou jsou tyto koncovky určeny. Celkem bylo zasaženo chybou sto padesát vozů, mezi kterými byli vozy i pro VIP, novináře, služební vozy a několik sériových vozů. S tím, že docházelo k přechodu do plně sériové výroby pro externí zákazníky, tak dodavatel musel na tuto anomálii neprodleně reagovat.



Zdroj: Interní materiál firmy XY

**Obr. 16 – Chromová koncovka**

### 3.2 Porucha servo řízení během jízdy u prémiového vozu SUV

Vzhledem k novému typu progresivního řízení došlo během předseriové fáze jízdních zkoušek vozů k vypínání servořízení během jízdy. Progresivní řízení zajišťuje lepší manévrovatelnost a agilitu vozu v zatáčkách. Dále toto řízení mění poměr tuhosti ovladacích sil v závislosti na tom, do jaké míry je volant natočen. Na základě toho se během jízdy nemusí přemísťovat ruce na volant. To usnadňuje manévrování na klikatých cestách a v městském provozu i parkování. Při rozjezdu z křižovatky či jiného pevného bodu docházelo k omezenému účinku posilovače řízení. Problém způsobovalo technické řešení umístění baterie v kufru vozu spolu s kombinací progresivního řízení. Napojení startéru a elektromotoru řízení na stejný vodič způsobilo pokles proudu v elektrické soustavě a tím i omezení posilovací účinku.



Zdroj: Interní materiály firmy XY

**Obr. 17 Servo řízení**

Během vývojové fáze v technickém vývoji se problém na řízení neobjevil. Závada se projevila až ke konci předseriových jízd kvality, což vzhledem k nutnosti rychlého nasazení opatření představovalo dopad do SOP.

Výše uvedená událost narušila závěr nulté série a dotkla se i padesáti vozů seriové výroby, což vzhledem ke kapacitám repasního střediska byl velký problém. Každé z těchto vozů muselo být opraveno, dříve než došlo k prodeji k finálnímu zákazníkovi.



### **3.3 Chybějící COC dokumenty vozu pro trh na Novém Zélandě**

Problém s nekompletními COC dokumenty spadl do legislativních závad. V tomto případě bylo zasaženo několik desítek sériových vozů SUV, které byly technicky a systémově uvolněny na trh Nový Zéland bez příslušné homologace.

Oddělení kvality přišlo na závadu až zpětně při kontrole dokumentace v systému. V tu chvíli bylo již několik desítek vozů v přepravních kontejnerech hamburského přístavu a čekalo na převoz lodní dopravou do Nového Zélandu.

Dopad této chyby byl velmi specifický. Vozy byly reálně v pořádku a bez chyby vyrobené, nicméně byly transportovány k importérovi bez platných technických průkazů, COC dokumentů a další nutné legislativy. Ve své podstatě tedy v dané zemi neprodejně.

### **3.4 Softwarové chyby**

Po kauze „diesel gate“ v roce 2016 došlo v automobilovém průmyslu k zpřísnění pravidel související se software u motorizací produkujících emise. Po objednání před-sériových vozů dochází k dvojí kontrole finálních hodnot emisí CO<sub>2</sub> první část ověřování je v technickém vývoji a druhou etapu kontrol zajišťuje právě kvalita.

Softwarové chyby lze rozdělit na dva hlavní okruhy:

- Motor- management (chyby, které se vyskytují v softwarové aplikaci převodovky nebo motoru)
- Elektronika vozu (softwarové problémy na sdruženém přístroji a kombi-přístroji)

Aplikace pro motor a převodovku vyvíjí matčina společnost, nicméně veškerý software je přizpůsobený pro konkrétní model a motorizaci. Pro představu vůz SUV, který má stejný motor a převodovku jako rodinná limuzína, musí mít vzhledem ke své váze a aerodynamice odlišný průběh točivého momentu v rozsahu průběhových otáček motoru. V před-sériové fázi dochází k problému s neuvolněnou datovou sadou pro jednotlivé motory. Cílem je mít finální SW ve vozech nulté série, tak aby bylo možné konkrétní anomálie odstranit dříve, než vůz dostane finální zákazník. Také aplikace automatické převodovky spočívá v úpravě jízdních režimů. V režimu dynamic se eliminuje podtáčení motoru a zlepšuje se celková logika řazení a

podřazování. V režimu sport je cíleno na rychlou změnu otáček motoru při změně stylu jízdy, zejména u krizových situací a předjíždění.

Na obrázku níže jsou ukázky grafických chyb na chytrém rádiu a sdruženém přístroji. Konkrétně symboly virtuálního kokpitu nejsou ve středu. Cizí čtverec se objevuje v nabídce asistentů řidiče a nemožnost ovládní virtuálního kokpitu přes volič na volantu. Dále se vyskytují různé grafické chyby v překrývajících se ikonách nebo dalším příkladem jsou nedokonalosti na indikacích jednotlivých ikon, na jednom z prvních vozů série PVS se vyskytoval symbol zapnutých pasů aktivní, přitom v autě posádka zapnuté pásy neměla.



PB 21V510S1



Zdroj: Interní materiály firmy XY

**Obr. 18 Softwarová chyba kombi-přístroje**

Další analyzovaná softwarová chyba byla v podobě zobrazení hlášky posilovač brzd omezený.

Tato chyba, která byla objevena na kombi přístroji po projetí vozu výrobní linkou. Tato softwarová anomálie se objevila na více modelech napříč portfoliem značky. Jednalo se o chybu, která vůz v ničem neomezovala. Nicméně signalizovala závadu na brzdách konkrétně omezený posilovač brzd, což je pro další funkční zkoušky kvality nepřijatelné. Oddělení kvality odmítalo další zkoušky podstupovat z důvodu bezpečnosti svých řidičů.



Zdroj: Interní materiály firmy XY

**Obr. 19 Chybová hláška posilovače brzd**

Obecně z časového hlediska jsou softwarové vady zjištěny v raných stádiích projektu předsériové fáze projektů. Je tedy prostor na softwarové anomálie reagovat a nasadit opravná opatření v termínech, které neovlivní start sériové výroby projektů. Velká část výše uvedených chyb je odstraněna již v před vývoji, na tzv. breadboardech, což jsou zkušební stolice, na kterých technici z oddělení elektřiny nová rádia a elektrické komponenty testují. V kapitole zhodnocení bude detailně popsán funkčně orientovaný vývoj.

Výše vybrané a popsané softwarové odchylky byly zachyceny a odstraněny během předsériové fáze kvality ve firmě. Uživatel vozu (spotřebitel) tedy nebyl těmito chybami ani v jednom případě zasažen.

### 3.5 Chybějící díly v kusovníku

Problém chybějícího dílu v předsériovém voze patří k procesní chybě. V tomto případě se na anomálii mezi technickou dokumentací a výrobním systémem přišlo až během výroby konkrétního zkušebního vozu na lince. Výše uvedený díl se nedodal na určené místo pracoviště linky, z důvodu systémového nezavedení v kusovníku. Vůz kvality byl tedy vyroben bez volící páky, z toho vyplynula nutná repase vozu včetně dodatečné montáže komponenty.

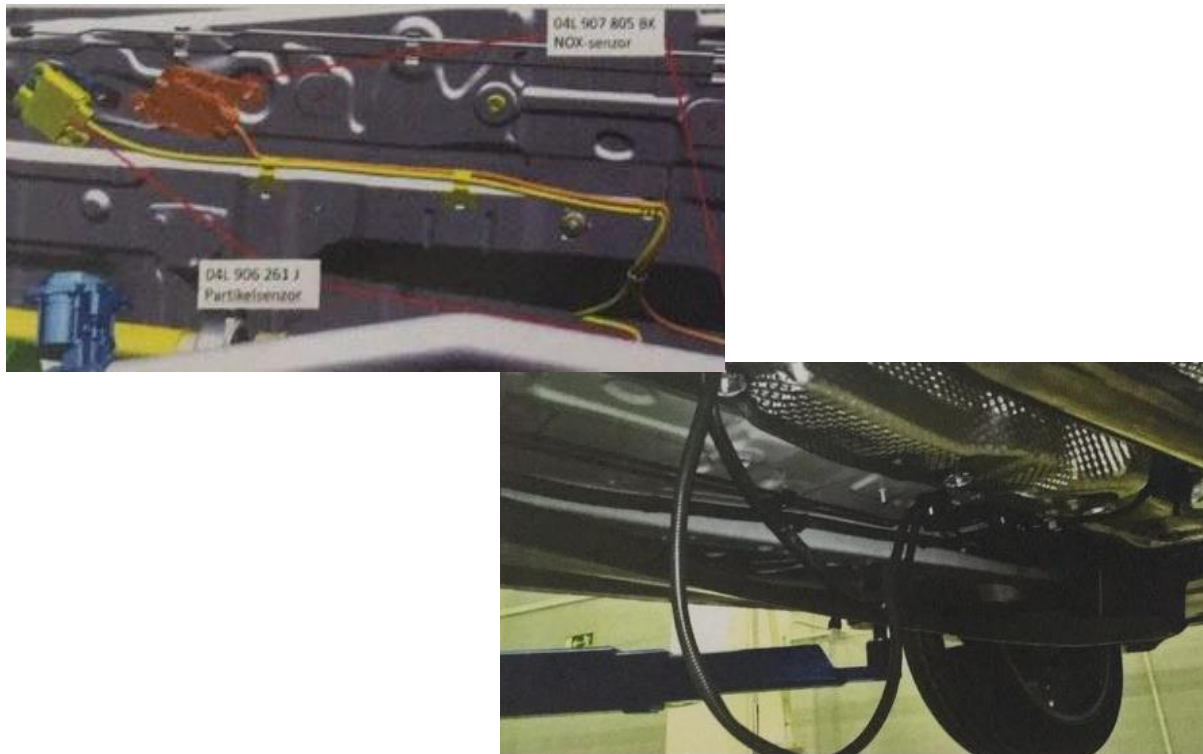
**Kusovník** je významný systém pro stanovování struktury výrobku. Do kusovníku jsou zapracovány data, na základě výkresové dokumentace. Jsou tam zaznamenány materiály, díly, podsestavy, barevné kódy a další.

Kusovník využívá v podniku:

- **Konstrukce** pro následující vývoj výrobku.
- **Nákup** pro analýzu potřeby a nakupování polotovarů.
- **Výroba** pro plán spotřeby jednotlivých dílů dle výrobního plánu
- **Marketing** pro prodej servis a seznam náhradních dílů
- **Další účetnictví kontroling** i kvalita pro různé evidence

Nedokonalé uchycení senzoru Nox a PM vlivem chybějícího kusovníku

Snímač oxidu dusíku (NOx senzor) je vysokoteplotní zařízení, které detekuje oxid dusíku v prostředí spalin pro vůz tedy nepostradatelný funkční díl. Partikelsensor je odporový senzor částic, který snímá oxidaci sazí ve výfuku. Oba tyto senzory jsou emisně relevantní díly. Samotný senzor byl technicky v pořádku, nicméně v technickém kusovníku chyběla příchytka, které přichycuje kabel PM senzoru ke karoserii.



Zdroj: Interní materiály firmy XY

**Obr. 20 PM a Nox senzor**

Problém se vyskytl na jednom z prvních vozů před série PVS v modelové péči. Výsledný dopad na posun SOP projektu v tomto případě nehrozil.

Nicméně chybně a nedostatečně uchycený Nox a PM senzor na tepelnou clonu výfuku, mohl mít za následek kolizi se spojovacím hřídelem. Na tomto případě je vidět, jak i takto drobná chyba může mít za následek poruchu vozu.

### **3.6 Zvlněné tlumení schránky a chybná aretace loketní opěry**

Při prohlídce vozu na hale kvality bylo techniky objeveno zvlněné tlumení horní schránky spolujezdce. Detail problému s tlumením prezentuje obrázek 21 níže. Závada nebyla způsobena špatným skladováním dílu u linky v KLT, nýbrž nesprávnou rozměrovostí dílu přímo od dodavatele. U druhého typu závady v interiéru vozu SUV byla shledána chyba na aretaci loketní opěry a současně byla kožená loketní opěra poškrábána.



Zdroj: Interní materiály firmy XY

**Obr. 21 Zvlněné tlumení horní schránky spolujezdce**

Z kontrol kvality kompletních předsériových vozů po milníku ZP8 vyplynulo několik závad na loketní opěře: Nefunkční aretace loketní opěry, volný spodní kryt, který následně při jízdách způsobuje hluky a při vysunutém stavu se opěra stávala labilní. Další nedostatek se objevil při ovládacích silách, které přesahují předepsané hodnoty (aretace, posuv dopředu a hlavně vyklopení polštáře nahoru a dolů). Během dlouhodobých jízdních zkoušek se projevilo poškrábání zadního krytu loketní opěry



Zdroj: Interní materiály firmy XY

**Obr. 22 Loketní opěra**

### **Ovládací síly hlavové opěrky**

Na základě hloubkové analýza na hale kvality, bylo objeveno nedodržení daného předpisu pro síly nutné k vytažení a zatažení hlavové opěry.

### **Přední hlavové opěry byly pod limitem:**

Předpis pro vytažení předních opěr je 30+/-10N naměřeno 16N. Předpis pro zatažení předních opěr je 20+/-10N naměřeno 8N.

Hlavní dopadem byla úprava náradí u dodavatele schránky spolujezdce a opěr. Nicméně nákupní oddělení zde společně s vývoje odvedlo poctivou práci, během přípravné fáze projektu nedošlo k prodlení ani ohrožení náběhu vozu do sériové výroby.

**Shrnutí analýzy závad:** V tabulce číslo jedna níže je pro přehlednost uveden seznam analyzovaných technických závad v kapitole tři. V prvním sloupci je název technické závady, ve druhé sloupci je stručně definována inkriminovaná závada. V následujícím sloupci je časový údaj, který indikuje termín, kdy k objevení komplikace na voze došlo vzhledem ke stavu předsérie a k milníku SOP.

**Tab. 1 Shrnutí analýzy technických závad**

<b>Technická závada</b>	<b>Charakteristika vady</b>	<b>Časový údaj indikace záv.</b>	<b>Dopad na předsériové vozy</b>
3.1 Odlupující se chromové koncovky	Po zhruba třech tisících kilometrech odpadával chrom z koncovek výfuku.	Týden před finálním startem sériové produkce (SOP).	Předsériové vozy byly potrefeny.
3.2 Porucha servo řízení	Při ostrých manévrech docházelo k nahodilému výpadku servořízení	Závěrečná fáze přejímacích jízd kvality, tři týdny před SOP.	Předsériové vozy byly potrefeny.
3.3 Chybějící COC dokumenty	Chybějící homologační dokumentace pro vozy trhu Nový Zéland.	Při přepravě vozu k importérovi, dva týdny po SOP	Fyzické sériové vozy postiženy pouze dokumentačně.
3.4 Softwarové chyby	Chybně zobrazené symboly a nesprávný text na display ve voze.	Při stavbě prvních vozů PVS (třicet týdnů před SOP).	Dopad na vozy PVS a OS.
3.5 Chybějící díly v kusovníku	Nezadané díly v systémech kusovníku.	Při stavbě prvních vozů PVS, třicet týdnů před SOP.	Bez dopadu na vozy OS.
3.6 Tlumení schránky spolujezdce a loketní opěra	Špatná rozměrovost dílu schránky a opěry.	Při stavbě prvních vozů OS, dvacet týdnů před SOP.	Dopad pouze na vozy OS.

## 4 Návrhy řešení vedoucí k odstranění technických závad

Ve čtvrté kapitole jsou navržena konkrétní opatření k výše analyzovaným problémům. Nelze definovat jedno konkrétní opatření pro všechny, ale každá závada si žádala specifický postup vedoucí k odstranění problému. V několika případech problém odstranila pouze úprava dokumentace, v jiných musel být díl kompletně vyměněn a celý proces se musel optimalizovat.

### 4.1 Odlupující se chromové koncovky výfuku u prémiového SUV

Po prověření se ukázalo, že hlavní příčinou bylo nedodržení technického postupu při chromování u dodavatele, což firma nebyla schopna v tomto krátkém časovém rozmezí zajistit.

Pro řešení byla navržena dvě opatření, která měla pokud možná nejkratším horizontu zajistit pokračování výroby daného modelu vozu. Vzhledem k náročnosti operace bylo nutné zajistit dvě úrovně opatření.

**První bylo navrženo krátkodobé opatření:** Rychlé zajištění jiné technologie pro velkosériovou výrobu. Byl ponechán stávající dodavatel, avšak místo chromovaných koncovek došlo k překlopení výroby na technologii leštění, který byl využíván na jiné modelové řadě bez potíží. Z pohledu uživatele vozu je velmi obtížné na první pohled rozeznat chromovou od leštěného kovu.

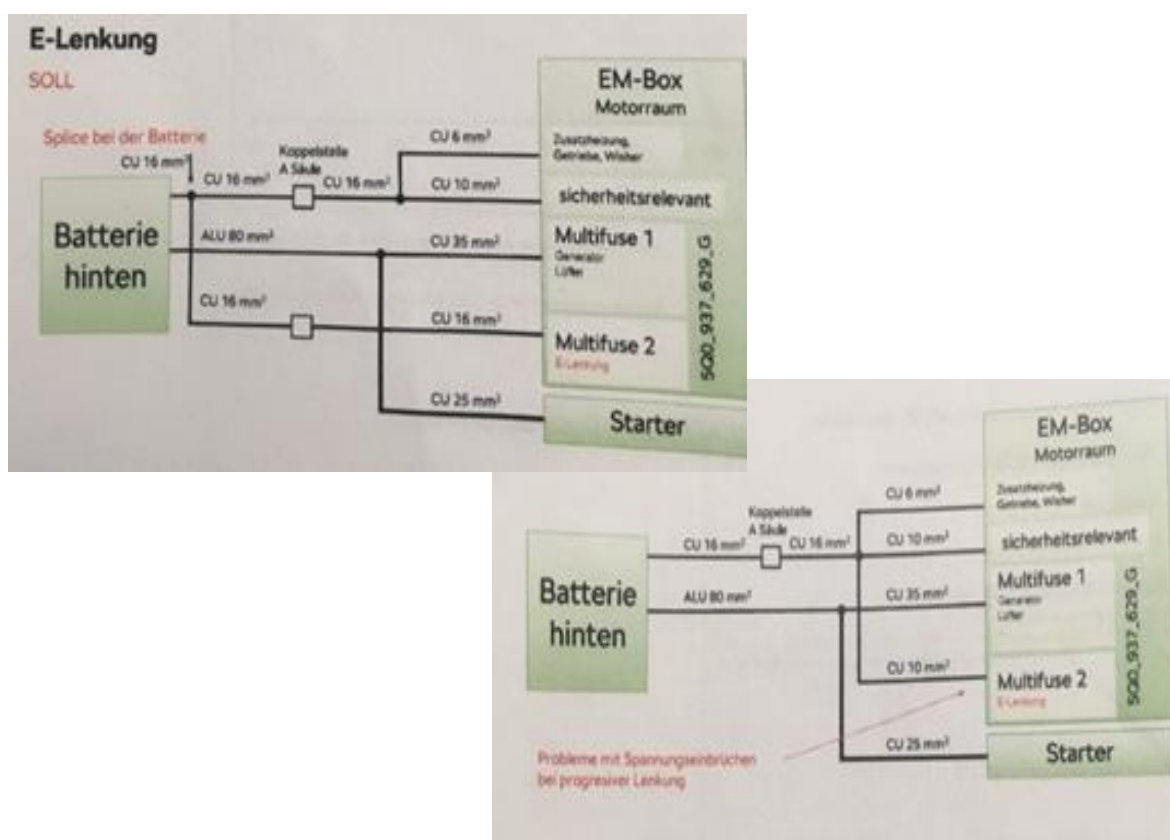
**Druhé dlouhodobé opatřené spočívalo** v poptání nového dodavatele koncovek výfuku, který by dokázal splnit požadavky a stálost chromového stavu. Na toto opatření byla vydána technická změna, která nový stav zavedla do projektu. S tím, že byla doplněna i odchylka popisující krátkodobé opatření. Tato řešení neměla dopad na finálního externího zákazníka, ačkoliv i leštěná koncovka výfuku na první pohled byla k nerozeznání od chromového provedení. Již výše uvedené potrefené vozy se špatným stavem koncovky výfuku byly následně svolány a přestavěny na nový projektový stav. Celá tato nestandardní situace nakonec dopadla velmi pozitivně a nebyl ohrožen odbytový plán daného sportovního vozu.



## 4.2 Porucha servo řízení během jízdy u prémiového vozu SUV

Problém způsobilo pozdní zapracování elektrického svazku do kusovníku a tedy i do projektu. Na základě tohoto faktu se změna nového svazku k multifúznímu generátoru projevila až na vozech kvality během nulté série, kde došlo k vypínání servořízení. Během zkušebních jízd kvality dokonce tento problém zaznamenal i člen představenstva, které se rozhodl tuto nepřesnost vyzkoušet osobně dříve, než první sériové vozy opustí brány závodu a zamíří k finálním zákazníkům.

Návrh řešení spočíval v zavedení vodiče s větším průřezem mezi zadní baterií a generátorem vpředu. Celé zapojení popisuje elektrické schéma níže vlevo. Nové opatření muselo projít kompletní zkouškou, tak aby byla zaručena stoprocentní funkčnost uspořádání. Byla vydána technická změna, která nový vodič popsala a informovala celou firmu o této nové změně. U již postavených vozů bylo navrženo jiný vodič namontovat dodatečně. Tato varianta bohužel navýšila jednicové náklady na daný projekt, přesto však závadu odstranila a neohrozila start sériové produkce modelu. Celý proces bez funkčních zkoušek trval čtyři týdny.



Zdroj: Interní materiály firmy XY

Obr. 23 PM a Nox senzor

### **4.3 Chybějící COC dokumenty vozu pro Nový Zéland**

Pro vyřešení situace bylo nejprve nutné provést důkladnou analýzu v technických systémech, na základě toho bylo zjištěno, že daná motorová varianta nemá přiřazený známý emisní systém Start-Stop pro Nový Zéland. Expedovány byly vozy se systémem Start-Stop, ale chyběla platná homologace pro tuto výbavu. Na základě tohoto zjištění byla výše uvedená varianta v technických systémech obratem zablokována. Problém převzalo k řešení technické vedení projektů konkrétní vozové třídy SUV. Za spolupráce s oddělením homologací prověřilo možné homologování této neuvolněné varianty s úřady TÜV.

Výsledek žádosti o dodatečné homologování byl pozitivní. Oddělení homologací tedy doplnilo nové dokumenty o již zmíněný systém Start-Stop, vývoj musel provést kontrolní emisní zkoušku RDE, tak aby potvrdil emisní plnění CO<sub>2</sub> úřadům Nového Zélandu. Všechny aktivity proběhly v pořádku a postižená motorová varianta byla znovu uvolněna ve výrobních systémech. Za pomoci rychlého jednání úřadů, vedení projektů a homologací se podařilo celý problém vyřešit za dva měsíce. Potřebené vozy, které již odjely do Nového Zélandu, byly doplněny o nové dokumenty a štítky v před-prodejové fázi u zahraničního importéra.

Z hospodářského hlediska by tedy nedošlo k žádným ztrátám prodeje ani ke šrotování vozů. Jako dlouhodobé opatření bylo doporučeno nastavit přísnější proces uvolňování motorizací do zahraničních zemí. Každá motorová varianta by tedy byla separátně odesílána na oddělení homologací ke schválení.

### **4.4 Softwarové chyby**

Vozy uvedené firmy, které denně vyrábí montážní linka, disponují řadou senzorů, elektromotorů, elektronických přístrojů a bloků. Hlavní příčinou softwarových nedokonalostí je tedy závada na jedné z těchto elektro součástí nebo programu, jenž tyto sousedící elektro díly ve voze spojuje a ovládá.

Oprava programu probíhá přes diagnostiku, zde je důležitá zkušenost technika i velké množství informací o konkrétním modelu, včetně vhodných programů, speciálních databází a opravných softwarových sad. Dochází postupně ke kontrole snímačů a všech připojených komponentů. Cílem diagnostiky je omezit oblast hledání softwarové chyby na nejmenší možnou množinu nebo chybu finálně odstranit. Nicméně následné vymazání chyby v paměti závada není řešení, je nutné

identifikovat příčinu samotné závady a následně chybu technicky odstranit. U motorové řídicí jednotky předsériových vozů dochází k tzv. přechodu do nouzového režimu, což je nežádoucí pro další zkoušky emisí. V tomto případě vedoucí kvality odmítá takto poškozené předsériové vozy přebírat k dalším dlouhodobým zkouškám. Na těchto zkouškách, které trvají sto tisíc kilometrů musí být vůz plně funkční a nesmí být ohrožena bezpečnost zkušebních řidičů.

Pro chybu na brzdách, konkrétně „posilovač brzd omezen“ proběhla nejdříve důkladná analýza a průzkum odpovědnými techniky z vývoje. Na základě něhož se ukázalo jako příčina, že se jedná pouze o softwarovou chybu aplikace v POP-UP okně elektroniky a není ohrožena funkce brzd. Pro potřeby kvality byla vystavena technická odchylka, která popsala problém a vyvrátila případné nebezpečí řidičů. Tato odchylka zároveň uvolnila vozy k dalším zkouškám, tak aby nedocházelo k časovému prodloužení. Pro dlouhodobé řešení bylo doporučeno vyvinout opravný software pro ESC brzdy u dceřiné společnosti. ESC (elektronická stabilizace kontroly řízení) zvyšuje kontrolu nad vozidlem v krajních jízdních situacích, např. při rychlé jízdě do zatáčky nebo na kluzkém povrchu. V závislosti na jízdních podmínkách se snižuje nebezpečí smyku a zlepšuje jízdní stabilita. Systém pracuje při jakékoli rychlosti vozidla. Celá záležitost s ESC vlivem nedůsledné eskalace trvala více než tři měsíce a ohrozila nultou sérii. SOP projektu však neohrozila a zákazník dostal finální produkt se správným softwarem.

#### **4.5 Chybějící díly v kusovníku**

U výše popsaného problémového bodu byla chyba v kusovníku u připojení Pr-čísla daného modelu k číslu dílu dané volící páky. Seznam Pr-čísel spravuje systém MBX, který spojuje různé vazby výbav s čísly dílů v kusovníku. (Např. pro model sport je specifická volící páka s červeným prošíáním).

Pro opravu kusovníku bylo doporučeno vydat technickou změnu popisující správnou vazbu Pr-čísla a čísla dílu. Tento nedostatek byl odstraněn díky rychlé eskalaci obratem. Postižen byl tedy pouze jeden vůz z flotily vozů kvality. V podrobnější analýze všech vozů dané série byla objevena závada stejného charakteru. Akorát se jednalo o chybějící vnitřní zpětné zrcátko v kusovníku. Opatření proběhlo stejně jako v případě sportovní volící páky.

Druhý případ pochybení kusovník se týkal již výše zmíněného Nox senzoru

Jako rychlé opatření bylo navrženo zavést do projektu dvě uchycovací pásky, které přebytečnou délku kabelu zafixují k tepelné stěně, tak aby nehrozil kontakt s kardanem a dalšími komponenty. Následně na požadavek kvality byly zřízeny dvě technické změny, jenž upravily technickou dokumentaci a definovali správnou odpovídající délku kabelu. Na tuto změnu byl nucen zareagovat i dodavatel senzorů a nové díly dodal. Celá tato nápravná akce včetně nových zkoušek a dodání senzorů trvala tři měsíce. Nicméně SOP sériové výroby tohoto modelového roku nebylo ohroženo.

#### **4.6 Zvlněné tlumení schránky a chybná aretace loketní opěry**

Na dalším předsériovém voze byla nasazena nové tlumení po optimalizaci parametrů a úpravě vstřikových toků. Nicméně stav stále nebyl v takovém stavu, aby ho technik kvality uvolnil k finálnímu zákazníkovi. V závěru došlo ještě k jedné optimalizační smyčce a ke změně balení tlumení.

Z tohoto případu je vidět důležitost předsériové výroby vozů kvality. Chyby a anomálie od sériového stavu vznikají, nicméně díky předsérii je prostor tyto stavy odladit dříve než se produkt dostane k finálnímu zákazníkovi. Celé opatření ohledně tlumení zabralo čtyři týdny komunikace s dodavatelem, který velmi ochotně spolupracoval na vývoji nové technologie a úpravě nářadí. V závěru nebyl ohrožený start sériové produkce modelu.

Loketní opěra: Jako opatření pro funkci aretaci bylo doporučeno odstranit přebytečné mazivo ze sklápěcího mechanismu a zavedení nových slabších pružin o 0,6 mm, tak aby došlo ke snížení ovládacích sil. Vůle v osách Y přetrvávala i po několika drobných úpravách.

Na základě této aktivity musí být vydána odchylka pro další předsériové vozy v pořadí a dodavatel musí vyvinout nový generační stav celé loketní opěry, který již odstraní problém s ovládacími silami i poškrábaným plastem. Celý problém byl poměrně rozsáhlého charakteru a komunikace s dodavatelem nebyla v žádné fázi jednoduchá. V závěru však došlo ke shodě a odpovědný technik kvality finální stav loketní opěry uvolnil do sériové výroby.

Ovládací síly hlavové opěrky: Závada byla reklamována u dodavatele zabývající se vývojem hlavových opěr pro vozy SUV. Na základě požadavku o nový vzorek byly dodány sady pro čtyři další předsériové vozy. Z uvedených čtyř vozů dvě sady vyhověli a dvě nikoliv. O tři týdny později proběhla zástavba znovu a z osmi vozů pouze jeden neprospěl. Pro tento zbývající vůz byla tedy doporučena další optimalizační smyčka.

#### **U zadních opěrek byl problém s nadlimitní silou:**

Předpis pro vytažení zadních opěr je  $40\pm 15$  N – měřeno až 70 N.

Předpis pro zatažení zadních opěr je  $25\pm 15$  N – měřeno až 50 N. U zadních opěrek se opakoval scénář jako u výše uvedených předních opěr. Firma se obrátila na dodavatele a požádala ho o nové výpadové kusy, které byly nasazeny celkem na dvanácti vozech ve třech měřících smyčkách.

Finální generační stav opěr byl v pořádku a nasazen do sériové výroby. Celkový problém byl vyhodnocen jako dodavatelská závada a řešení trvalo pět týdnů. Pro rychlejší realizaci by bylo vhodné optimalizovat komunikaci mezi firmou XY a dodavatelem. Poněvadž docházelo k velkému prodlení dodávky nových generačních stavů.

#### **Shrnutí návrhů řešení závad:**

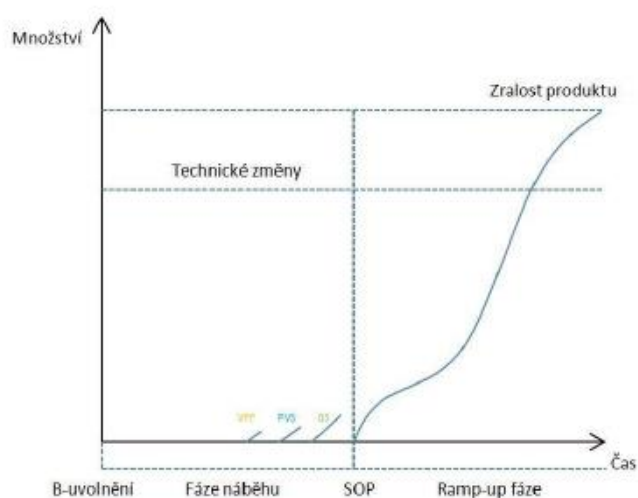
V tabulce dvě níže je pro přehlednost uveden přehled příčin, které vybrané technické závady způsobilo. Každá závada má ve sloupci dvě uvedený odlišný charakter vzniku vady. Třetí sloupec shrnuje doporučená opatření pro jednotlivé technické závady. Výsledek realizace řešení je uveden ve čtvrtém sloupci tabulky a detailní rozbor efektivity při zavedení do praxe je shrnut ve finální kapitole pět. Všechna opatření byla v daném termínu průchozí.

**Tab. 2 Shrnutí návrhů řešení technických závad**

<b>Technická závada</b>	<b>Příčina charakterizované vady</b>	<b>Doporučené Řešení/Opatření</b>	<b>Výsledek realizace/ dopad na zákazníka</b>
4.1 Odlupující se chromové koncovky	Nedodržení technického postupu chromování u dodavatele.	Výměna koncovek a přechod na metodu leštění místo chromování.	Nasazení opatření dopadlo úspěšně. Koncový zákazník neohrožen.
4.2 Porucha servo řízení	Nízká průchodnost elektrického vodiče servořízení, způsobila pokles proudu v soustavě.	Zavedení nového vodiče s větším průřezem.	Navržené opatření realizováno úspěšně, nicméně došlo k opoždění dodávky prvních sériových vozů pro výstavní účely.
4.3 Chybějící COC dokumenty	Chyba v systému uvolnění homologací, pochybení jednotlivce.	Zhotovení homologační dokumentace.	Efektivní, rychlé řešení bez dopadu na zákazníka i dodatečné náklady.
4.4 Softwarové chyby	Nedokonalé propojení elektro dílů ve voze.	Nové opravné softwarové smyčky. Nový HW.	Krátkodobé opatření realizováno rychle a efektivně. Ale jako dlouhodobé opatření pro nové projekty bude nutné podpořit zavedení funkčně orientovaného vývoje. Viz kapitola 5. zhodnocení.
4.5 Chybějící díly v kusovníku	Nedodržení procesu vzniku výrobku (PEP).	Vložení chybějících dílů do kusovníku mechanicky a zachování dodávek na odchylku.	Díly do kusovníku zdárně vloženy. Zákazník neohrožen. Pro nové projekty je doporučeno podpořit strategii Lesson Learned.
4.6 Tlumení schránky spolujezdce a loketní opěra	Rozměrová nestálost materiálu u dodavatele	Opravné smyčky u dodavatele do doby, než došlo k převzetí finálního stavu.	Nízká efektivita, doporučené opatření muselo být několikrát aplikováno, než finální stav odpovídal požadované kvalitě firmy. (použito DFMA).

## 5 Zhodnocení navrženého postupu řešení technických závad

U odlupujících se koncovek výfuku byl jako vhodný postup navržena změna technologie u dodavatele z chromování na leštění. Z pohledu firmy byl postup jasný a efektivní, nicméně pro dodavatele to znamenalo úpravu výrobní technologie a linky. Dodavatel byl tedy nucen vypracovat termínovou náběhovou křivku, což je tzv. “Ramp up curve“, která je zpracována v případech nasazení nových produktů nebo významných změn. Stručně popsáno, náběhová křivka má počátek v bodě nula a končí dosažením plánovaného objemu výroby.



Zdroj: Interní materiály firmy ŠKODA AUTO a.s.

**Obr. 24 Ramp-up křivka**

Na základě této křivky bylo zajištěno plynulé zásobování **nových leštěných dílů** pro poškozené i nové sériové vozy. Pro zkuškové vozy dodavatel obratem dodal prototypové díly, které mohly být ihned v repasní dílně za pomoci technika namontovány a předány v akceptovaném termínu jízdních zkoušek kvality. Výsledky zkoušek leštěných koncovek výfuku dopadly pozitivně a opatření mohlo být tedy realizováno v plném objemu sériové produkce vozů bez dopadu na externího zákazníka. V tomto případě byl postup řešení zvolen správně s minimálními finančními náklady. Celý tým vedení projektů a zajištění kvality nových vozů odvedl dobrou práci, neboť situace byla termínově napjatá.

U poruchy servo řízení bylo nutné zavést dodatečný elektrický vodič k hlavní řídicí jednotce, opatření bylo funkční, nicméně u každého takto postiženého vozu muselo dojít k závažné přestavbě. Úprava znamenala částečnou demontáž přístrojové desky a dalších krytů v interiéru včetně natažení kabelu od přední části vozu do zadního zavazadlového prostoru k autobaterii. Do doby než byla schválená technická změna pro zavedení dodatečného kabelu do projektu, musel být každý vůz vyrobený na předsériové lince takto manuálně přestaven. Toto opatření bylo velmi kapacitně náročné, úpravu zajišťovali tři repasní technici v časové normě dvou hodin. Jako krátkodobé nouzové řešení tento postup vyhověl, nicméně pro dlouhodobé řešení muselo dojít k úpravě celého řízení včetně kabeláže. Varianta dodatečného svazku navýšila jednicové náklady a proces kontrolních zkoušek trval o čtyři týdny déle. Což způsobilo opoždění prvních předsériových „předjezdců“ určených pro výstavní účely.

V případě chybějících COC dokumentů bylo doporučeno jako řešení zajistit dodatečnou homologaci pro již vyrobené vozy. V opačném případě by muselo dojít k zpětnému transportu automobilů do ČR z Nového Zélandu. Jednalo se celkem o 80 aut. Oddělení homologací potřebný COC dokument zajistilo. Řešení tedy bylo zavedeno v době, kdy vozy putovaly lodí k importérovi. Celou situaci se podařilo pohotově vyřešit, řešení bylo úspěšné a vozy nebyly termínově zpožděny ani nemusely být přestavovány repasními technikami. V rámci této anomálie k žádným vícenákladům nedošlo, dokumentace se pouze odeslala na příslušný mezinárodní odbor a doplnila do technických průkazů. Pro odhalení opravdového jádra problému, byl aplikován Ishikawův diagram. K podrobné analýze a rozpadu analyzovaných příčin se využil i brainstorming. „Bouřku mozků“. Z této porady vzešly druhotné příčiny, jak u personálu oddělení homologací, tak i jejich interní kvalifikace.

U softwarových chyb se bohužel nepodařilo nasadit opatření hned při prvním pokusu o nápravu. Nový software se nejprve zkouší na tzv. Breadbord, což je zkušební stav, simulátor imitující sériový vůz včetně všech řídicích jednotek, výbavy a ovládacích funkcí ve voze. V této zkušební fázi se objevily chyby a muselo dojít k celkem osmi opravným smyčkám, než došlo k úplnému odstranění digitální chyby. Bohužel k závadám na software nedochází pouze u chytrých rádií, ale i elektrokomponentů brzd, převodovek, motorů atd. Zde je velký potenciál pro nápravu



procesu v dalších projektech. Opatření bylo časově náročné a funkční až po osmé opravné smyčce, vzhledem k outsourcingu u dodavatele byla velmi náročná komunikace s konstruktéry daných přístrojů. Každý den probíhala skypová komunikace s dodavatelskou firmou ohledně stavu software a termínové situaci.

Tímto typem elektronických závad by se měla společnost co možná nejlouběji zabývat, ačkoliv odstranění těchto výše popsaných závad je pro společnost finančně náročné. Existuje zde i velké riziko ohrožení externího zákazníka produktu. Doporučení je se zaměřit na funkčně orientovaným vývoj, který je detailně popsán ke konci páté kapitoly.

Jako další téma chyb v pořadí bylo řešení chybějících dílů v kusovníku. Zde bylo doporučeno doplnit chybějící rozsahy dílů manuálně do výrobního systému. Postup byl aplikován u více dílů a komponenty se podařilo do evidence doplnit dříve, než první předsériový vůz jel po výrobní lince. V následujících zkouškách kvality již tento problém evidován nebyl a zkoušky výsledného uvolnění neohrozil. Zároveň nevznikly žádné vícenáklady spojené s výrobou zkouškových vozů. Pro společnost zde plyne doporučení zabývat se metodou Lesson Learned, která u rizikových systémových rozsahů dokáže chybu eliminovat.

Tlumení schránky spolujezdce a loketní opěry, zde bylo doporučeno optimalizovat rozměrovost u tlumení schránky a změnit sílu pružin u aretace loketní opěry. Realizovat toto opatření trvalo celkem pět týdnů. Jednalo se o chyby u dodavatele, jak u rozměru tlumení, tak i u mechaniky. V tomto případě nefungovala komunikace mezi firmou XY a dodavatelem. Současně docházelo k velkému prodlení dodávky nových generačních stavů. Zde byla aplikována metoda DFMA, která činností u dodavatele rychle optimalizovala za předpokladu nízkých nákladů. Výsledkem bylo zajištění funkčnosti dílů, dle norem oddělení kvality, které zajistilo opakování zkoušek aretace u každého vývojového stavu vzorků od dodavatele. I přes velkou časovou náročnost nedošlo k omezení finálního zákazníka produktu.

Všechna výše navrhnutá opatření technických závad se podařilo v praxi aplikovat a nasadit. Pouze softwarovým vadám kombi-přístrojů a chytrých rádií je nutné věnovat větší pozornost formou úpravy dokumentace, směrnic a podobně. Jako vhodnou metodu pro tento projekt, je doporučeno využít **analýzu kořenových**

**příčin.** U složitějších závad je důležité problému předcházet, což u výše uvedené firmy není příliš časté. Při této analýze je důležité odhalit příčiny poruch a chyb přímo u kořenu příčiny a tím snížit výskyt závad v budoucím projektu. Analýzu detailně popisují i technické normy ČSN a IEC.

### **Upravená dokumentace na základě zjištěných závad a funkčně orientovaný vývoj**

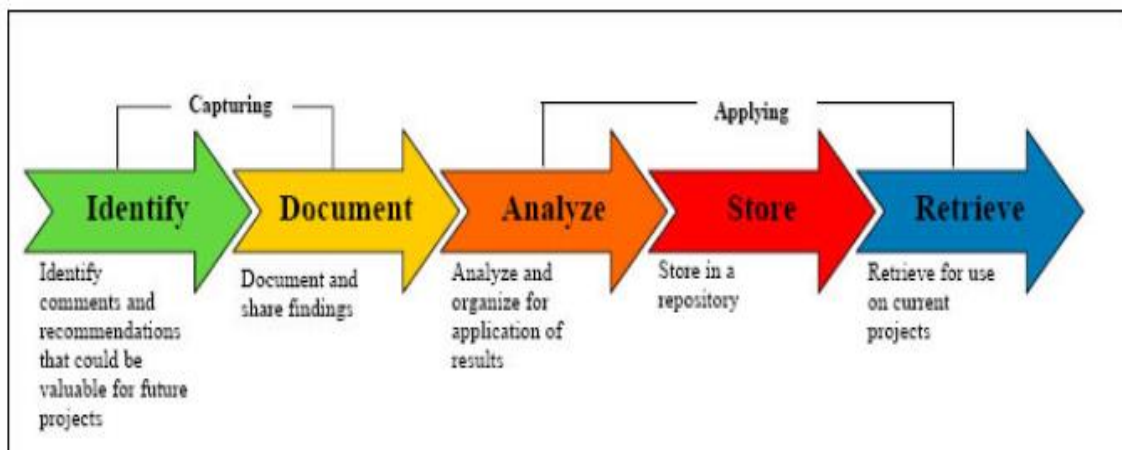
Vzhledem k závažnosti problému s elektrifikací a software, se firma na základě výše popsaných závad elektroniky rozhodla v termínových plánech založit nový milník kontroly uvolnění produktu. Tento krok sebou táhne další balíky dlouhodobých zkoušek a tím více i více vozů pro oddělení kvality v předsériové fázi životního cyklu výrobku. Doporučení z pohledu diplomové práce je tento nový milník podpořit a věnovat se jeho zprovoznění v již zaběhlých systémech.

Jako další krok vzniklých ze softwarových závad výše je založení funkčně orientovaného vývoje, což je tým specializovaných techniků pracující na propojení a komunikaci jednotlivých elektro celků ve voze. Cílem je jednotlivé odborné útvary komunikačně propojit mezi sebou, tak aby byl před vývoj automobilové elektrotechniky co možná nejvíce efektivní. Na základě podpoření tohoto kroku se sníží počet elektronických a softwarových závad na reálných vozech z předsériové výroby, které následně velmi zdržují tým specialistů kvality ve standardně naplánovaných zkouškách. U ostatních závad je dobré využívat znalostí získaných z Lesson Learned popsaného níže.

### **Lesson Learned**

Ve vývojové fázi je skoro nemožné standartním procesem předejít všem možným závadám a nedokonalostem při vzniku finálního vozu. Proto je vhodné aplikovat metodu zkušenosti tzv. Lesson Learned. Získávání zkušeností by mělo být úsilím manažerů po celou dobu trvání projektu. Zkušenosti je možné využít k přípravě na současný projekt, např. cílit na nultou sérii předsériových vozů, nebo k identifikaci zlepšení budoucích projektů. (např. vývoj nové generace vozu).

Velká část projektových manažerů kvality zaznamenává získané zkušenosti, což je následně přínosné pro tým i organizaci. Získané zdokumentované informace odrážející pozitivní i negativní zkušenosti a vedou k příležitosti výborně vést projektový tým manažerem, který se poučil z historie.



Zdroj: <https://www.pmi.org/learning/library/applying-lessons-learned-implement-project-8344>

**Obr. 25 Lesson Learned**

Aplikace Lesson Learned probíhá v pěti krocích. Prvním krokem je **identifikace získaných zkušeností**, což je průzkum minulých projektů. Prochází se jednotlivé kategorie oborů, pro cíle diplomové práce je vhodné procházet kategorie podle celků na voze tzn podvozek, karoserie, elektronika, homologace a podobně. Tyto kategorie je poté možné rozdělit na podrobnější části. Na základě informací z minulého projektu již sériového vozu proběhne úvodní meeting a diskuse. Vedoucí projektu položí tři základní otázky:

- **Co se podařilo správně a v termínu?**
- **Co se nepovedlo?**
- **Co je potřeba v novém projektu zlepšit?**

Druhým krokem je **zdokumentování získaných zkušeností**, které následně slouží k získání zkušeností z dokumentace a sdílení v týmu. Vedoucí bude předávat podrobnou zprávu celému projektovému týmu, popřípadě zařídí kopii dokumentu pro členy týmu, kteří nebyli na úvodním meetingu.

Třetím krokem je analýza získaných poznatků a uspořádání do systému **analýzy získané zkušenosti**. V prvním kroku šlo spíše o neformální diskusi, ve třetí části Lesson Learned dochází k pravidelným organizačním schůzkám, kde jsou definovány jednotlivé kroky, jak problému předejít a poučit se. V případě elektronických závad popsanych v kapitole 3.4 je možné předejít nepříznivému

vývoji jízd kvality v nulté sérii použitím včas realizované vhodné technické odchylky od projektového stavu. Tato odchylka by sloužila jako náhradní technické řešení, než by došlo k dokončení vývoje softwaru. Nebo v případě chybějící dokumentace již o tomto problému víme a v rámci Lesson Learned lze COC dokumenty zkontrolovat o několik týdnů dříve a předejít nepříjemnostem v podobě transportovaných vozů bez potřebné dokumentace.

Další bod je **uložení a archivace informací**. Výše popsané a nasbírané zkušenosti je doporučeno zálohovat na sdílené úložiště, kam mají přístup organizační jednotky i vedení. Výhodou sdílení těchto informací je i možnost přístupu ostatních projektových týmů. Cílem je posunout celou organizaci vpřed napříč projekty a tím zajistit kvalitní produkt v podobě vozu pro finálního zákazníka. V případě úspěchu napříč vozovými třídami dochází i k navýšení rentability firmy. V posledním kroku získávání již dochází k aplikaci všech předešlých kroků do samotného budoucího projektu. Celý tým by se měl obeznámit se získanými informacemi, nastudovat si problematiku a v případě potřeby využít. Automobilový průmysl je vzorovou ukázkou odvětví, do kterého je velmi obtížné vstoupit, jak z pohledu know how, tak i z pohledu zajištění kapitálu.

## Závěr

Proces předsériové fáze životního cyklu výrobku v automobilovém průmyslu je dlouhodobý cyklus, kterým musí projít každý nový model vozu. Cílem tohoto procesu je zajistit kvalitu výsledného produktu pro zákazníky firmy.

Vůz, který kvalita finálně kontroluje, testuje a povoluje pro finálního zákazníka, musí být nejprve vyroben ve zkušebním režimu v rámci toku výrobní linky. Počet objednaných vozidel pro zkoušky se na základě obtížnosti projektu liší. Následuje kontrola všech výrobních systémů a prověření dostupnosti většiny komponentů u dodavatelů nebo dceřiných firem. Kvalitní produkt často reprezentuje i dodavatele, zhodnocuje jeho jméno na trhu a umožňuje firmě získat další zakázky. Zajištění požadované kvality po dodavatelích v automobilovém průmyslu je velmi finančně, organizačně i kvalifikačně obtížné.

Po výrobě předsériových vozů následuje fáze jízd a testování odborným týmem kvality. Dochází k ověření jízdní konformity, emisí, elektroniky, podvozku, motoru a k různým funkčním zkouškám. Cílem této diplomové práce bylo analyzovat závady vycházející právě z předsériových jízd kvality i částečně stavby zkuškových vozů. Vzhledem k obtížnosti procesu bylo vybráno šest závad vyplívajících z výsledků auditu, které zároveň znázorňují různorodost technických dopadů a jsou zaměřené na elektroniku, dokumentaci, podvozek, interiér i exteriér. Pro každou vybranou závadu bylo navrženo opatření, které rychle a efektivně odstranilo technický problém na zvoleném voze. Vzhledem časovému tlaku a blížícímu se startu produkce vznikala opatření ve dvou etapách. Nejprve bylo doporučeno realizovat krátkodobá opatření, které pouze problém eliminovalo, ale výhledově ho dokonale neodstranilo. Nicméně pro firmu se to ukázalo jako velmi dobrý krok vzhledem k udržení rentability a stanovených termínů. V druhé etapě bylo následně navrženo dlouhodobé finální řešení celé situace. U vybraných závad se podařilo opatření nasadit v praxi a současně analyzovat jeho funkčnost i dopad do termínové situace objednaných předsériových vozů v reálné firmě. V závěrečné části zhodnocení byly doporučeny postupy pro eliminaci těchto závad v budoucnu. Firma by měla cílit hlavně na důslednější komunikaci mezi týmy náběhu, tak aby závady uvedené výše byly v co možná nejkratším čase odpracovány. Další doporučení je cílit na metodu Lesson Learned, tím vytvořit databázi již vzniklých chyb a poučit se z nich u

budoucích projektů. Zároveň diplomová práce doporučuje upravit dokumentaci a směrnice vzhledem k častým softwarovým závadám za pomoci funkčně orientovaného vývoje, který bude jednotlivé elektrosoučástky ve voze propojovat a tím eliminovat chyby ve vývojové etapě životního cyklu výrobku.

Pro členy náběhového týmu nového produktu je důležité přijmout povědomí o všech požadavcích kvality, neboť management kvality má potenciál přinášet firmě úspory a dohlížet na neustálé zlepšování finálního produktu. Zároveň je velmi důležité tyto požadavky zahrnout do systému podniku efektivně, s citlivostí pro vlastní procesy a se závazkem cílit na neustálé zlepšování i disciplínu kultury firmy. Pouze tímto způsobem bude možné uchovat konkurenceschopnost společnosti na automobilovém trhu a využít tím získané výsledky diplomové práce v praxi.

## Seznam literatury

### ***Knihy a monografické publikace:***

NENADÁL, J. a kol. *Management kvality pro 21. století* Praha: Management Press, 2018. 359 s. ISBN 978-80-726-1561-2.

NENADÁL, J. *Systémy managementu kvality: Co, proč a jak měřit.* Praha: Management

Press, 2016. 304 s. ISBN 978-80-7261-426-4.

NENADÁL, J. a kol. *Moderní management jakosti.* Praha: Management

Press, 2008. 304 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

MACHAN, J. *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku - aplikace v automobilovém průmyslu.* Mladá Boleslav: Škoda Auto Mladá Boleslav, 2012. 117 s. ISBN 978-80-87042-50-2.

TOMEK, G. -- VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby a nákupu.* Praha: GradaPublishing, a.s., 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

Veber, J., V. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele.* Praha: GradaPublishing, a.s., 2010. 204 s. ISBN 978-80-247-1782-1.

Svozilová, A., V. *Projektový management- Systémový přístup k řízení projektů.* Praha: GradaPublishing, a.s., 2016. 424 s. ISBN 978-80-271-9473-5.

James McGrath, Bob Bates V. *89 nejdůležitějších teorií pro praxi.* Praha: Management Press, a.s., 2015. 263 s. ISBN 978-80-7261-382-3.

Plura J. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti.* Praha: Computer Press, a.s., 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1.

Mizuno, S. *Management for Quality Improvement* Cambridge: Productivity Press, a.s., 1998. 734 s. ISBN 978-0-470-16992-6

KOTZ, S- Lovelace, C.R. *Process Capability Indices in Theory and Practise.* New York: Oxford University Press, a.s., 1998. 384 s. ISBN -0-340-69177-8

Organizační norma ON.1. 039 Managemet kvality Firmy XY

D.H. STAHAMIS, *Advanced product Quality planning,* Boca Raton : CRC Press/Taylor and Francis Group, 2018. 250 s. ISBN 978-1-138-39458-2.

### **Webové stránky:**

ŠKODA AUTO Česká republika [online]. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO, a.s., 2019 [2019-07-15]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/>.

### **Zdroje obrázků:**

*Vlastní cesta* [online], [2019-08-15].

Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/pareto-analyza/>

*Obrázek diagram rybí kost Wikipedia.cz* [online]. [2019-07-22].

Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Diagram\\_p](https://cs.wikipedia.org/wiki/Diagram_p)

*Slide serve* [online]. [2019-08-10].

Dostupné z: <https://www.slideserve.com/aimee/v-vojov-diagram>

*Mix motor.eu* [online]. [2019-07-15].

Dostupné z :<http://mixmotor.eu/10937/energeticke-vyvojove-centrum-spolocnosti-bmw-group>

*Proelektrotechniky*[online].[2019-09-05]

Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/elektromobilita/264.php>

*Dení neziskovky* [online]. [2019-09-15].

Dostupné z: <https://denikneziskovky.cz/co-je-to-ganttuv-diagram-a-k-cemu-vam-muze-byt-dobry/>

*PMI* [online]. Dostupné z: <https://www.pmi.org/learning/library/applying-lessons-learned-implement-project-8344>

*Masterof Project* [online]. [2019-09-10]. Dostupné z: <https://blog.masterofproject.com/qfd>

*Bartech* [online]. [2019-07-15].

Dostupné z: <https://bartech.cz/2015/01/27/rizeni-vyroby-xtrace-pro-automotive>



## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1- DouglasMCGregorova teorie.....	10
Obr. 2 – Fáze APQP .....	12
Obr. 3 – Integrace APQP procesu.....	15
Obr. 4 – Cyklus PDCA.....	17
Obr. 5. – Paretova analýza.....	18
Obr. 6 – Grafická symbolika vývojového diagramu .....	19
Obr. 7 – Ishikawův diagram.....	19
Obr. 8 – Ganttův diagram .....	21
Obr. 9 – Základní varianta domu kvality .....	22
Obr. 10 – Protokol FMEA návrh produktu .....	25
Obr. 11 – Elektromobily v Evropě.....	29
Obr. 12 – Zajištění kvality .....	30
Obr. 13 – Klimakomora .....	33
Obr. 14 – Sloupcový diagram závad .....	34
Obr. 15 – Problémový list .....	37
Obr. 16 – Chromová koncovka.....	38
Obr. 17 Servo řízení .....	39
Obr. 18 Softwarová chyba kombi-přístroje .....	41
Obr. 19 Chybová hláška posilovače brzd .....	42
Obr. 20 PM a Nox senzor .....	44
Obr. 21 Zvlněné tlumení horní schránky spolujezdce.....	45
Obr. 22 Loketní opěra .....	45
Obr. 23 PM a Nox senzor .....	48
Obr. 24 Ramp-up křivka .....	54

Obr. 25 Lesson Learned.....	58
-----------------------------	----

## **Seznam tabulek**

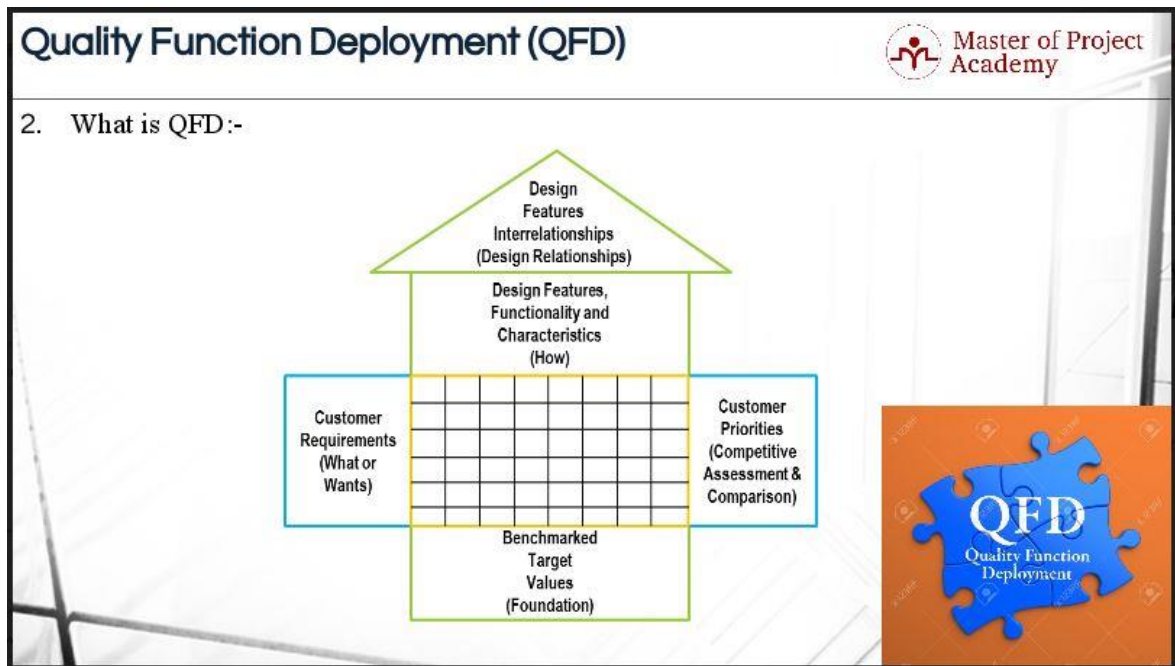
Tab. 1 Shrnutí analýzy technických závad .....	46
--	----

Tab. 2 Shrnutí návrhů řešení technických závad.....	53
---	----

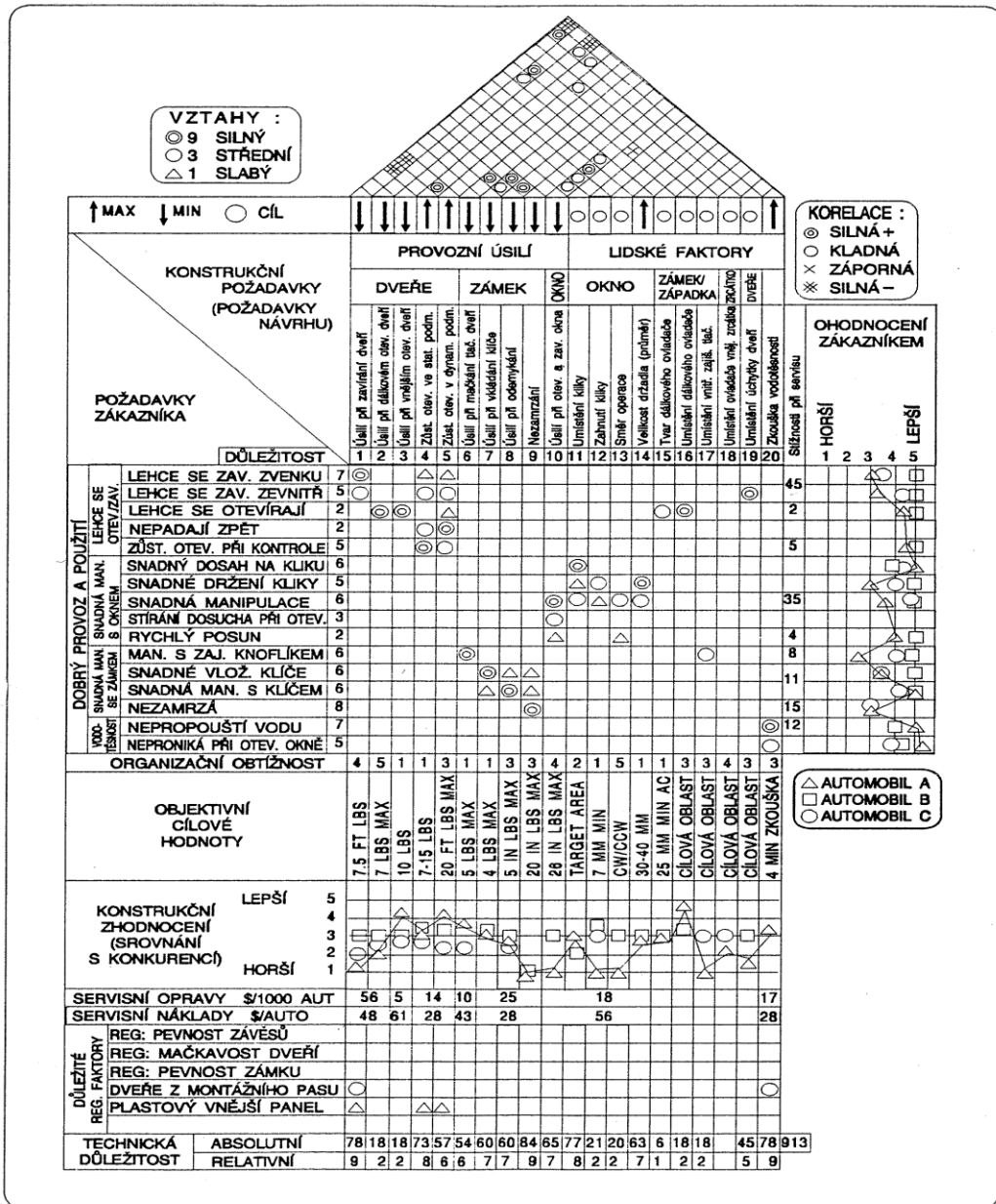
## **Seznam příloh**

Příloha 1 QFD Quality Function Deployment „Dům kvality“ .....	67
Příloha 2 Vývojový diagram.....	69
Příloha 3 FMEA hodnocení .....	70

## Příloha 1 QFD Quality Function Deployment „Dům kvality“

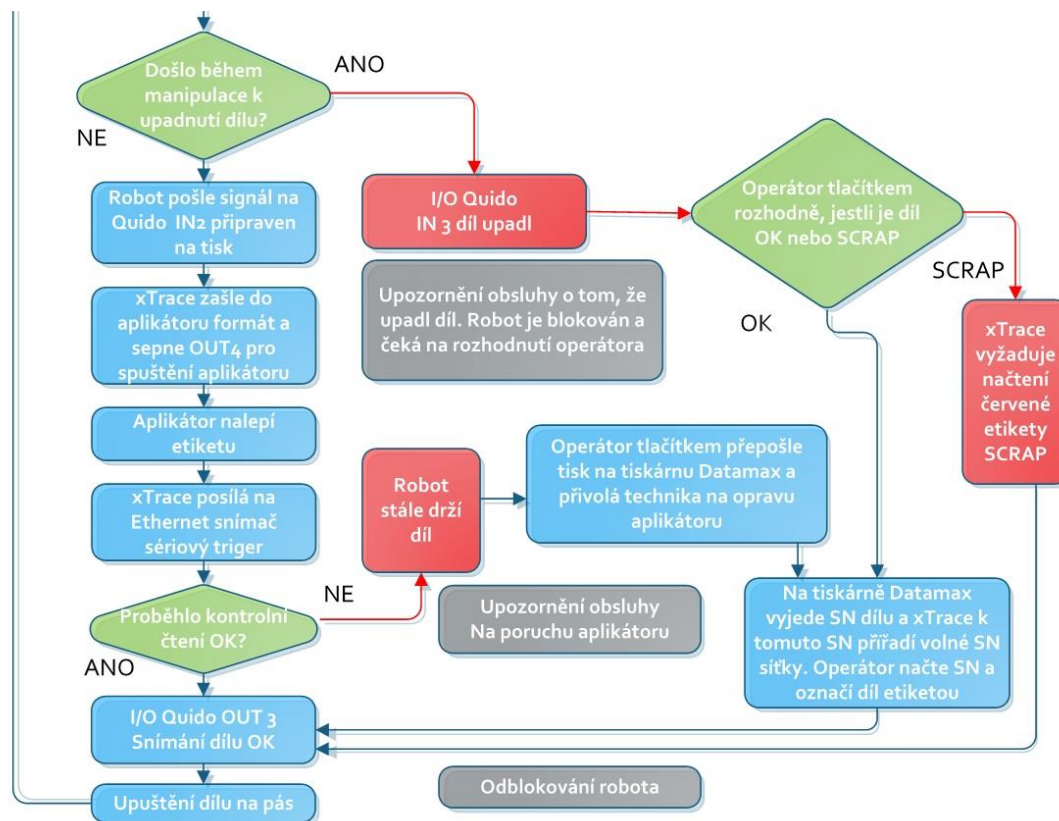


Zdroj: <https://blog.masterofproject.com/qfd>



Zdroj: <https://blog.masterofproject.com/qfd/>

## Příloha 2 Vývojový diagram



Zdroj: <https://bartech.cz/2015/01/27/rizeni-vyroby-xtrace-pro-automotive/>

## Příloha 3 FMEA hodnocení

Tab. 5.1 Hodnocení významu vady při FMEA návrhu produktu

Následek	Kritéria významu následku	Hodnocení
Kritický – bez výstrahy	Velmi vysoké hodnocení významu, kdy vada bez výstrahy ohrožuje bezpečný provoz vozidla a/nebo znamená nesplnění závazného předpisu.	10
Kritický – s výstrahou	Velmi vysoké hodnocení významu, kdy vada s výstrahou ohrožuje bezpečný provoz vozidla a/nebo znamená nesplnění závazného předpisu	9
Velmi vážný	Vozidlo/prvek nefunkční se ztrátou hlavní funkce.	8
Vážný	Vozidlo/prvek funkční, ale se sníženou výkonností. Zákazník velmi nespokojen.	7
Střední	Vozidlo/prvek funkční, ale části zajišťující pohodlí nefungují. Zákazník nespokojen.	6
Nízký	Vozidlo/prvek funkční, ale části zajišťující pohodlí fungují se sníženou výkonností. Zákazník poněkud nespokojen.	5
Velmi nízký	Ozdobné nebo tlumicí prvky neodpovídají. Vadu zaznamená většina zákazníků (přes 75 %).	4
Nepatrný	Ozdobné nebo tlumicí prvky neodpovídají. Vadu zaznamená 50 % zákazníků.	3
Zanedbatelný	Ozdobné nebo tlumicí prvky neodpovídají. Vadu zaznamenají nároční zákazníci (méně než 25 %).	2
Žádný	Žádný následek.	1

Tab. 5.2 Hodnocení očekávaného výskytu vady při FMEA návrhu produktu

Pravděpodobnost výskytu vady	Možný výskyt vad	Hodnocení
Velmi vysoká: neustálé vady	≥ 100 na tisíc vozidel/prvků	10
	50 na tisíc vozidel/prvků	9
Vysoká: časté vady	20 na tisíc vozidel/prvků	8
	10 na tisíc vozidel/prvků	7
Střední: občasné vady	5 na tisíc vozidel/prvků	6
	2 na tisíc vozidel/prvků	5
	1 na tisíc vozidel/prvků	4
Nízká: poměrně málo vad	0,5 na tisíc vozidel/prvků	3
	0,1 na tisíc vozidel/prvků	2
Vzdálená: vada je nepravděpodobná	≤ 0,01 na tisíc vozidel/prvků	1

Zdroj: Nenadál., 2008, str. 117

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	Bc. Lukáš Kubiček		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE</b>	6208R088 Podniková ekonomika a management provozu		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Závady v předsériové fázi životního cyklu výrobku v automobilovém průmyslu.		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D., EUR ING		
<b>KATEDRA</b>	KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	2020
<b>POČET STRAN</b>	71		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	25		
<b>POČET TABULEK</b>	2		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	3		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Diplomová práce popisuje metodiku hodnocení kvality předsériových vozů včetně používaných nástrojů při stavbě těchto vozů v automobilovém průmyslu, analyzuje šest vzniklých závad vyplívajících z výsledků realizovaných auditů vozů. Doporučuje další postupy a metody vedoucí k odstranění vybrané technické závady na voze za účelem praktického použití v technickém vývoji a obsahuje zhodnocení návrhů včetně dalších doporučení vybrané firmě.</p>		



<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	<b>Předsériové vozy kvality, Opatření v praxi, Metody managementu kvality</b>
----------------------	---

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	<b>Bc. Lukáš Kubiček</b>		
<b>FIELD</b>	<b>6208R186 Business Administration and Operations, Logistics and Quality Management</b>		
<b>THESIS TITLE</b>	<b>Defects in the pre-series life cycle of a product in the automotive industry</b>		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D., EUR ING</b>		
<b>DEPARTMENT</b>	<b>KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management</b>	<b>YEAR</b>	<b>2020</b>
<b>NUMBER OF PAGES</b>	<b>71</b>		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	<b>25</b>		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	<b>2</b>		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	<b>3</b>		
<b>SUMMARY</b>	<p><b>The DP describes the methodology of quality evaluation of pre-production cars including the tools used in the construction of these cars in the automotive industry. It recommends further procedures and methods leading to the elimination of the selected technical defect on the vehicle for practical use in technical development and includes evaluation of the proposals including other recommendations to the selected company.</b></p>		

<b>KEY WORDS</b>	<b>Quality management, Pre-production quality cars, Technical measures in practice</b>