ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: 6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality

ŘÍZENÍ KVALITY PRODUKTU V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU Z EKONOMICKÉHO POHLEDU

Bakalářská práce

David JURA

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

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.
Katedra řízení výroby, logistiky a kvality

Akademický rok: 2020/2021

ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel: **David Jura**

Studijní program: Ekonomika a management

Obor: Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality

Název tématu: **Řízení kvality produktu v automobilovém průmyslu z ekonomického pohledu**

Cíl: Cílem práce je popsat proces řízení kvality produktu v automobilovém průmyslu z ekonomického hlediska pomocí používaných přístupů a metod, analyzovat a vyhodnotit proces úspory finančních nákladů na konkrétních příkladech z praxe a navrhnout účinný způsob dosahování požadované úrovně kvality automobilů ve ŠKODA AUTO a.s.

Rámcový obsah:

1. Ekonomika kvality a kvalita produktu v automobilovém průmyslu.
2. Proces, přístupy a metody snižování nákladů v oblasti kvality produktu v rámci životního cyklu výrobku.
3. Analýza a vyhodnocení současného stavu snižování nákladů a dopady na kvalitu výrobku.
4. Návrh opatření vedoucí k zabezpečení kvality s nižšími náklady.

Rozsah práce: 25 – 30 stran

Seznam odborné literatury:

1. NENADÁL, J. *Management kvality pro 21. století.* 1. vyd. Management Press, 2018. 366 s. ISBN 978-80-7261-561-2.
2. STAMATIS, D H. *Quality Assurance, Applying Methodologies for Launching New Products, Services, and Customer Satisfaction.* Boca Raton, FL, USA: CRC Press Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 978-1-4987-2868-3.
3. BLECHARZ, P. *Základy moderního řízení kvality.* 1. vyd. Praha: Ekopress, 2011. ISBN 978-80-86929-75-0.
4. PLURA, J. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti.* Praha: Computer Press, 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1.

Datum zadání bakalářské práce: prosinec 2019

Termín odevzdání bakalářské práce: prosinec 2020

L. S.

Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.
Garant studijního oboru

Mgr. Petr Šulc
Prorektor ŠAVŠ

David Jura
Autor práce

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval 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, 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 9. prosince 2020 *Vlastnoruční podpis*

Děkuji vedoucímu této práce, panu Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D., EUR ING, za cenné rady, poskytnuté podklady a strávený čas v podobě konzultací. Dále bych chtěl poděkovat kolegům z oddělení EGP – Optimalizace produktů, ŠKODA AUTO a.s., zejména pak panu Ing. Tomášovi Dumkovi a Ing. Davidovi Macounovi za pomoc při vyhledávání materiálů a pomoc v technických oblastech práce.

Obsah

Úvod 7

1 Kvalita 8

1.1 Definice kvality 8

1.2 Mangement kvality 9

1.3 TQM – Total Quality Manegement 9

1.4 Norma IATF 16949:2016 v automobilovém průmyslu 10

1.5 Analytické nástroje pro zajištění kvality 11

2 Teoretická východiska sledování nákladů na kvalitu 17

2.1 Definice nákladů spojené s kvalitou 17

2.2 Modely řízení výdajů vynaložených na kvalitu 18

2.3 Taguchi-ho ztrátová funkce 21

3 Analýza současného stavu poznání 30

3.1 Charakteristika společnosti ŠKODA AUTO a.s. 30

3.2 Náklady na kvalitu ve výrobě komponentů 31

3.3 Matice druhů nákladů na kvalitu ve výrobě 33

3.4 Náklady na testování a měření 34

3.5 Náklady na školení 35

3.6 Náklady na neshodný výrobek 36

3.7 Náklady na reklamace komponenty 37

3.8 Náklady na proces repase 37

3.9 Náklady na prostoje 38

4 Vlastní návrh řešení či aplikace 41

4.1 Monitorování finančních ztrát 42

4.2 Náklady na kontrolu komponentů a způsob jejich výpočtu 45

4.3 Optimalizace nákladů ve výrobě 46

4.4 Eliminace nákladů na kvalitu pomocí kontrolních intervalů 49

4.5 Výsledek použití taguchiho ztrátové funkce 51

Závěr 52

Seznam literatury 53

Seznam obrázků a tabulek 54

Seznam příloh 55

Seznam použitých zkratek a symbolů

ŠA	ŠKODA AUTO a.s.
COPQ	Costs of poor quality
EOQ	European Organization for Quality
PAF	Prevention, Appraisal and Failure
IATF	Mezinárodní pracovní skupiny pro Automotive
ISO	Mezinárodní organizací pro normalizaci
TQM	Total Quality Management
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
PPAP	Production Part Approval Process
AIAG	Automotive Industry Action Group
OJ	Organizační jednotka
NS	Nákladové středisko
MP	Metodický pokyn
PCMS	Product Compliance Management System

Úvod

Tato bakalářská práce je věnována tématu řízení kvality produktu, na kterou je nahlíženo z ekonomického pohledu. Kvalita produktu je nepochybně spojována s penězi, kde je hlavním cílem rovnováha mezi investovaným kapitálem a výsledným produktem. Jinými slovy v každém odvětví výrobního průmyslu je potřeba zaujmout zákazníka svým produktem a zároveň být schopen uspokojivě naplnit krátkodobé i dlouhodobé cíle firmy, která bude tento kvalitní, zajímavý, bezpečný a něčím výjimečný produkt vyrábět.

Není tomu jinak ani v průmyslu automobilovém, a proto je cílem této práce shrnout metody, přístupy a postupy vedoucí k dosažení požadované kvality výrobku.

V teoretické části je přiblížen pojem kvalita, management kvality a také zde jsou popsány zmíněné metody, postupy a normy. Jednou z metod je Taguchiho ztrátová funkce, která je vysvětlena pomocí grafů a matematických vzorců.

Analýza pojednává o současném stavu sledování nákladů ve firmě ŠKODA AUTO a.s., zmiňuje jejich druhy a členění, odpovědné útvary a jejich činnosti.

V části návrhu se autor zamýšlí nad dalším způsobem, který by napomohl k lepší kontrole, rozhodování a dosahování kvality, a který by mohla firma ŠKODA AUTO a.s. využívat. Právě Taguchiho ztrátová funkce, pomocí níž lze monitorovat náklady spojené s kvalitou jako celek, je využita jako příklad možného využití v praxi. Nespornou výhodou je možnost aplikace v prakticky jakémkoliv druhu odvětví výroby produktů a komponentů, která může být doplněna o grafickou ilustraci.

1 Kvalita

S kvalitou výrobků se v průběhu celého dne setkáváme na každém kroku, aniž bychom si to nějakým způsobem více uvědomovali. S neustále zrychlujícím se vývojem celého světa kvalita nabírá na stále vyšší významnosti a prioritě. Důvodem je všudypřítomnost. V kterémkoliv odvětví průmyslu nebo služeb se téma kvality řešilo a s jistotou lze říci, že se i nadále bude řešit. Tento pojem dává odpověď na otázky, které jsou důležité pro prosperitu firem a společností po celém světě. Již v minulosti hrála kvalita významnou roli. Samotné slovo pochází z latinského „qualis“ a v překladu znamená „Jaký?“. V odpovědi na tuto otázku se pak dozvídáme informace o vlastnostech dané věci. Informace, které dostaneme, poskytují určitý nadhled a mají vliv na utváření názoru na danou věc, kterou si pak například koupíme. A i v dnešní době plní význam slova kvalita nadále stejnou funkci. Má za úkol posuzovat, kontrolovat, měřit a vyhodnocovat procesy vedoucí ke splnění požadavků. Dosažení požadované úrovně kvality lze vnímat jako ochranu před různými nehodami, poškozením nebo kolabováním celých systémů. Jinými slovy kvalita je velmi široký pojem, který nás obklopuje ze všech možných stran a je nenahraditelná.

1.1 Definice kvality

S definicí kvality bývá v mnohých případech problém, je totiž díky svému poli působnosti různá. Každý jedinec jí může vnímat trochu jinak. Příkladem mohou být osobnosti, které se v minulosti zasloužili na jejím rozvoji. Zde je několik interpretací a překladů tohoto slova. Citace amerického odborníka na kvalitu Armanda Feigenbauma uvádí: *„Kvalita je to, co za ni považuje zákazník“.* Velmi trefně vykládá význam slova také byznysmen Philip Crosby, který se zasloužil o rozkvět teorie a postupů řízení kvality a říká: *„Kvalita je shoda s požadavky.“.* Neméně zajímavá a velmi individualistická je definice, která pochází od japonského inženýra GenichihoTagucho, který tvrdí: „*Kvalita znamená minimum ztrát, které výrobek od okamžiku své expedice společnosti způsobí.“.*

Právě jeho způsoby nahlížení na kvalitu ekonomickým způsobem byly hlavním vodítkem a motivací pro výběr tématu této práce. Jeho výzkum bude blíže popsán v dalších kapitolách.

1.2 Mangement kvality

Management kvality je součástí konceptu řízení většiny firem, které se zabývají neustálým zlepšováním, jak dosáhnout co největšího úspěchu na trhu. Cílem tohoto typu managementu je co nejlépe nastavit pracovní procesy tak, aby byla očekávaná konečná kvalita produktu co nejblíže nadefinovanému požadovanému výsledku s využitím maximálních kapacit všech materiálových a časových zdrojů. Je velmi důležité, aby celá strategie plně korespondovala s předpokládaným růstem a vývojem firmy. Aby bylo toto možné splnit, je potřeba pracovat se základními nástroji managementu kvality, mezi které patří sběr dat o spokojenosti zákazníka, vyhodnocování výkonnosti a spolehlivosti procesů. Důležité je znát počty reklamovaných nebo neshodných výrobků, právě tyto počty mnohé vypovídají o funkčnosti firmy jako celku. Za podstatnou část této disciplíny se považuje zlepšování podnikových komunikačních struktur. Je na místě, aby všechny zainteresované strany znaly možnosti komunikace, a byly tak schopny plnit odborné firemní strategie. Tímto způsobem pak můžeme neustále zkvalitňovat produkci a tím zvyšovat uspokojení svých zákazníků. Pomocí vhodně zvolených standardů a norem pro prokazování kvality posouvají firmy své výrobky na stále vyšší úroveň, a tak je splněna základní funkce managementu kvality.

1.3 TQM – Total Quality Manegement

Total Quality Management nebo také celkové řízení kvality je jedním z používaných přístupů k neustálému zvyšování kvality produktů a služeb. Jeho vznik se datuje do druhé poloviny 20. století a za průkopnickou zemi považujeme Japonsko. Tento koncept je založen na myšlence, která tvrdí, že zkvalitňováním veškerých procesů a činností dosáhneme vyšší kvality produktu. Pozornost tento přístup upíná na zaměstnance, zákazníky i dodavatele. Kvalita produktů a služeb se tedy stává hlavním zájmem všech zúčastněných ve všech procesech. Základní stavební jednotku pro tento přístup popisuje norma ISO 9000. Ta obsahuje několik zásad, které se využívají právě v TQM. Mezi tyto zásady patří: zaměření na zákazníka a jeho spokojenost, vedení společnosti, angažovanost lidí, procesní přístup, zlepšování, rozhodování založené na faktech a také management vztahů.

(NENADÁL, J. Management kvality pro 21. století, 2018)

1.4 Norma IATF 16949:2016 v automobilovém průmyslu

Standard IATF 16949:2016 specifikuje požadavky dle normy ISO 9001 a je tak jakýmsi doplňkem k již zavedeným standardům. Norma je zaměřena především na automobilový průmysl a doplňuje základní standardy řízení kvality. IATF 16949 je v současné době nepostradatelnou součástí každé společnosti, která se chce ucházet o místo na automobilovém trhu. Pozornost je upřena zejména na prevenci vad, na zlepšování produktů a zvyšování spokojenosti zákazníků. Soustřeďuje se na průběh výroby jako celku, od samého počátku až do konce. Počínaje návrhem a vývojem produktů a procesů, přes výrobu, montáž, servis a je myšleno i na likvidaci. Tímto zajišťuje vyšší důvěru zákazníků, lepší konkurenceschopnost a také napomáhá společnosti zajistit kvalitní a spolehlivé dodavatele. Mezi hlavní přínosy a výhody patří upřednostnění před ostatními. Většina z předních světových výrobců v oblasti automobilového průmyslu vyžaduje tuto certifikaci jako smluvní podmínku. Standard IATF 16949 je celosvětově uznávaný a je tak symbolem záruky.

(NENADÁL, J. Management kvality pro 21. století, 2018)

Pomocí něho pak může organizace zvýšit šanci na získání globálních zakázek. Jeho nespornou výhodou je také odstranění vícenásobných auditů. Pokud splňuje tento standart, nemusí se znovu ověřovat různorodé podmínky, diktované několika dodavateli. Co je ale nejdůležitější, pomáhá ke snížení nákladů. Eliminuje neshodné produkty, zdokonaluje procesy, ze kterých vznikají výrobky s vyšší kvalitou. Společnost pak vykazuje vyšší čistý zisk. K tomu napomůže optimalizace nákladů, která se projeví snížením provozních nákladů, úsporou surovin, energie a dalších zdrojů.

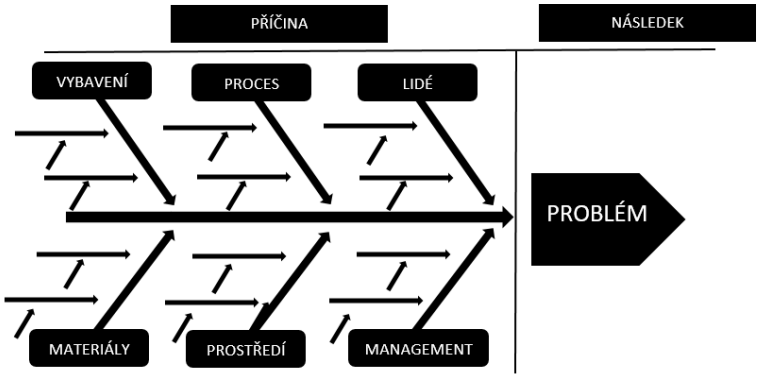
1.5 Analytické nástroje pro zajištění kvality

Na začátku každého nového výrobku stojí návrh. Je to fáze při, které dostává výrobek svoji podobu, parametry a vlastnosti. Následuje vývoj, což je zhmotnění návrhu do fyzické podoby. Zde se již objevují problémy, které se mohou projevovat různými projevy, například výrobek má složité tvary a nelze vyrobit v té podobě, ve které byl navržen a tak dále. Ve fázi výroby je produkt ve finální verzi, ovšem i v průběhu výroby se vždy řeší úpravy a modifikace. V tomto velmi náročném procesu je nutné, aby společnost zajistila co možná nejlepší kvalitu, která bude později zaručovat spokojenost zákazníků. Nejen to, zřetel je brán i na úspory nákladů a zlepšení efektivity výrobních procesů.

V následujících částech bude představeno několik metod, sloužících pro měření a monitorování procesů, analýzu a zlepšování. Existuje několik jednodušších diagramů, které ve své podstatě sbírají data a informace. Jedná se například o Ishikawův, Paretův, vývojový nebo bodový diagram. Z těchto diagramů bude blíže představen Ishikawův. Pro složitější a komplikovanější výrobky existují i složitější a náročnější formy analýz. Mezi ně patří FMEA nebo PPAP.

1.5.1 Ishikawa diagram

Ishikawa diagram příčin a následků je někdy nazýván jako Fishbone diagram neboli diagram rybí kosti. Je tomu tak kvůli jeho vzhledu. Při troše představivosti opravdu vypadá jako kostra ryby.



Zdroj: (NENADÁL, J. Management kvality pro 21. století, 2018/ Vlastní zpracování, 2020)

Obr. 1 Ishikawa diagram

Tento diagram se snaží zjistit příčinu, která způsobuje problém. Problém, který je aktuálně řešen, představuje hlavu pomyslné rybí kosti. Příčinu rozdělil japonský univerzitní profesor a významný inovátor v oblasti řízení kvality, Kaoru Ishikawa do šesti podskupin. Každá z podskupin v sobě může nést ještě další příčinu. Může se tedy ještě dále větvit. Výhoda tohoto způsobu řešení problému spočívá v tom, že jsou na první pohled patrné důvody vzniku problému, které můžeme ihned přiřadit ke konkrétní části.

(NENADÁL, J. Management kvality pro 21. století, 2018)

1.5.2 Analýza FMEA

Failure Mode Effects Analysis v překladu „Analýza možného výskytu a vlivu vad“ je analýza, která umožnuje identifikovat možná místa ve výrobě, ve kterých vzniká nesoulad, neshoda s požadavky. Tato analýza se ve většině případů provádí na samotném začátku vývoje produktu nebo služby. Cílem je totiž zamezit vzniku neshody. Je to preventivní analýza, která se většinou opakuje. Výhodou je, že se na této analýze podílí skupina lidí, která má různé informace o témže produktu. Je vybrán průřezový tým, většinou z různých oddělení ve firmě. Nechybí ani vrcholové vedení, které zaštiťuje ucelený úsudek nad řešeným problémem. Tímto je docíleno toho, že se na problém nahlíží opravdu z každého úhlu pohledu a je generováno více užitečných myšlenek, nejsou opomenuty žádné oblasti a celkově je shromážděno více informací. Této analýzy se účastní pracovníci vývoje, konstrukce, technologie výroby stejně tak jako pracovníci marketingu. V mnohých případech se účastní i samotný zákazník.

Existují tři druhy analýzy FMEA:

Systémová SFMEA (System Failure Mode Effects Analysis) studuje prvotní fáze produktu, identifikaci požadavků na produkt.

Návrhová DFMEA (Design Failure Mode Effects Analysis) se zabývá konstrukcí. Zabraňuje vzniku vady při návrhu samotného produktu ještě před zahájením výroby.

Procesní PFMEA (Process Failure Mode Effects Analysis) nebo také výrobní, se zaměřuje přímo na výrobní a montážní procesy a s tím související nedostatky.

FMEA je složena ze tří kroků: analýza, návrh a hodnocení. Jako první se zúčastněné strany seznámí s produktem, jeho vlastnostmi, s požadavky zákazníka a s konstrukčním řešením. Následuje vyhodnocení možných nedostatků a jejich příčin, které je mohou způsobit, podobně jako v již zmiňovaném Ishikawa diagramu. Typické je pro tuto analýzu bodové ohodnocení, jehož výstup tvoří takzvané rizikové číslo. Čím je číslo vyšší, tím je vyšší i riziko.

V druhé fázi je podstatné vytvořit preventivní opatření, která budou snižovat hodnocení vad a také snižovat pravděpodobnosti výskytů nebo zvyšovat pravděpodobnosti detekce vad.

Jako poslední úkol, který si tato analýza dává, je zhodnocení závažnosti, četnosti a odhalitelnosti vady. Právě odhalitelnost vady hraje vysokou roli, poněvadž i malá vada může mít komplikované řešení, pokud je špatně odhalitelná. Poté se opět zhodnotí závažnost, navrhnou se nápravná opatření a takto se pomocí opakování tohoto procesu zvyšuje a neustále zlepšuje kvalita a spokojenost.

(NENADÁL, J. a kol. Moderní management jakosti, 2008)

1.5.3 Proces PPAP

Zkratka „PPAP“ znamená Production Part Approval Process a jak je patrné již z názvu, tento nástroj se používá jako příručka procesu schvalování dílů k sériové výrobě. Za vznik vděčí organizaci AIAG. Ta ho vyvinula jako součást metody APQP. Nejvíce neshod dochází v činnostech, které se vykonávají v etapách před samotnou výrobou, a právě tehdy se utváří až 80% konečné kvality. Proces PPAP je z tohoto důvodu využíván k plánování sériové výroby a potlačuje rizika spojená se selháním výroby. PPAP je hojně využíván především v automobilovém průmyslu, ale také např. při výrobě stavební a zemědělské techniky. Příručka PPAP zahrnuje z celkem 18 požadavků, které pojednávají o konstrukční dokumentaci, o vzorcích, vyskytují se zde protokoly o zkouškách, FMEA procesu i návrhu výrobku. Je na zákazníkovi, aby si stanovil, jaké požadavky si zvolí jako kritéria, neboť ne všechny požadavky musí být vždy vyžadovány. Použitím tohoto nástroje jsme schopni v předvýrobní etapě doložit složku se základními dokumenty týkajících se prvních kusů výroby. Zákazníkovi se tato složka dokumentů předkládá ke schválení.

(STAMATIS, 2016)

Hlavním smyslem použití tohoto PPAP je zajištění funkčnosti a stálosti výrobního procesu dále schopnost dlouhodobě a plynule produkovat kvalitní výrobky a omezit neshodu s požadavkem, a tak zamezit vícenákladům souvisejícími se zachováním kvality. Dalším cílem je nastavit požadavky pro schválení dílů, které se budou sériově vyrábět a ujistit se, že dodavatel a celá organizace dobře chápe všechny požadavky a specifika výrobku, které vycházejí z konstrukčních a ostatních dokumentací. Celý proces lze shrnout do tří částí. Jako první dodavatel provede veškeré činnosti vyplývající z požadavků této příručky, následně předloží zákazníkovi veškeré dokumenty, záznamy a vzorky, které vznikly, a poté se zákazník vyjádří k předloženým materiálům a vzorkování.

Existují tři možnosti, jak se zákazník vyjádří k vyrobenému produktu. Nejvíce uspokojivá varianta pro obě strany je, že výrobek je ohodnocen statusem *„schváleno“*. V tomto případě dodavatel, samotný výrobní postup splnil veškeré požadavky. Je to signál k oprávnění vyrábět a dodávat produkt.

Velmi častá je druhá varianta, která nastává v případě, že zákazník označí dokumentaci jako uspokojivou, ale má k ní výhrady. V tomto případě dostane produkt status *„dočasně schváleno“.* Je povoleno dodat díly jen v omezeném množství a v omezené době. Je třeba vypracovat plán, aby se zamezilo neshodě a následným finančním ztrátám v podobě reklamací nebo nefunkčnosti produktu.

Poslední variantou je, že zákazník předložený díl označí jako nevyhovující a udělí mu status *„zamítnuto“.* V dokumentaci se vyskytují zásadní chyby a musí být upravena nebo přepracována.

(DUDEK, 2014)

Aby proces nabyl na významu, musí být aplikován na všechny výrobní díly, náhradní díly a výrobní materiály produkované jak v interních, tak v externích místech organizace. V případě nového dílu nebo výrobku, při opravě nedostatku dříve schváleného dílu, při změně konstrukce, specifikací nebo materiálů, v případě použití nových strojů nebo při změně výrobní metody nebo procesu musí dodavatel žádat o schválení.

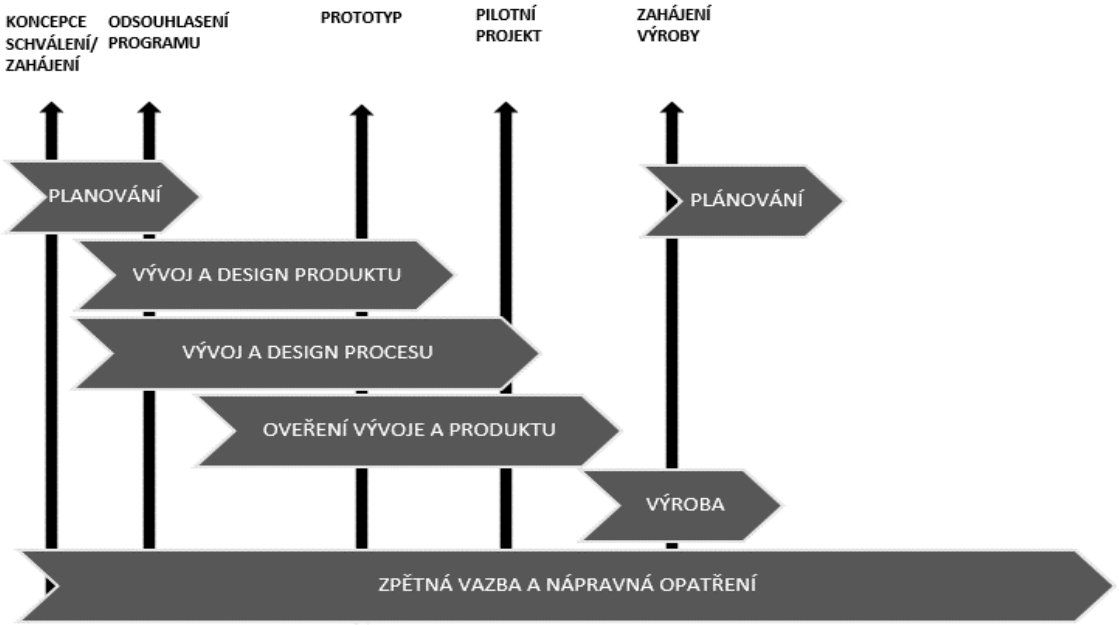
Dobře vypracované podklady pro výrobu přinesou společnosti ekonomické úspory a zajistí produkci kvalitních výrobků.

1.5.4 Metoda APQP

Zkratka APQP je metoda, která má své kořeny ve Spojených státech amerických. Je to soubor postupů a technik, které se využívají při vývoji průmyslových výrobků, zejména jsou rozšířeny v průmyslu automobilovém. Zkratka znamená Advanced Product Quality Planning a v překladu zní jako „Pokročilé plánování kvality produktu“. Metoda stojí na následujících pěti fázích.

- Planning (plánování)
- Product design and development (návrh a vývoj výrobku)
- Process design and development (návrh a vývoj procesu)
- Product and process validation (validace produktu a procesu)
- Production (výroba)

(STAMATIS, 2016)



Zdroj: (https://dspace5.zcu.cz/online/ Vlastní zpracování, 2020)

Obr. 2 Plánování kvality postupem APQP

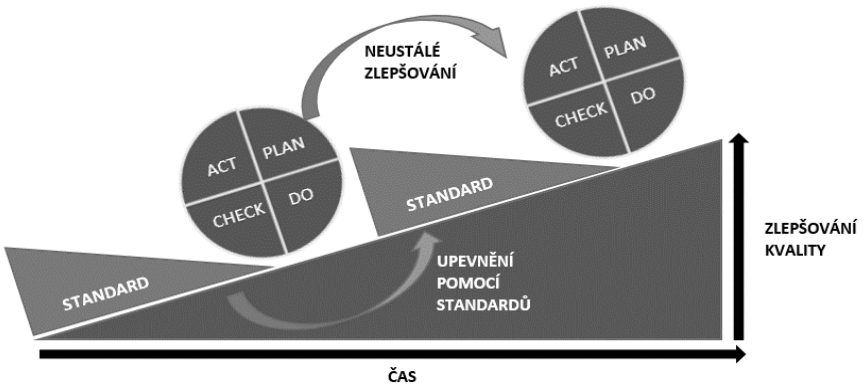
1.5.5 Cyklus PDCA

Asi jednou z nejznámějších metod je cyklická metoda PDCA, neboli „Plan-Do-Check-Act“, v překladu „Plánuj-Dělej-Kontroluj-Jednej“. Je založená na těchto čtyřech krocích, které se neustále opakují a mají za cíl posouvat pomyslnou laťku kvality při každém zopakovaní na vyšší úroveň.

Autorem je americký statistik W. E. Deming, který je považován za jednoho ze zakladatelů moderních metod vedení kvality.

Plánuj – tato část obsahuje asi nejdůležitější část cyklu. Jedná se zde o nadefinování a stanovení cílů, procesů a zdrojů, které se v průběhu procesu mají přeměnit na požadované výstupy a cíle. V této první části je potřebné identifikovat možné příležitosti a rizika s nimi spojené. **Dělej** – nyní se aplikují nadefinované procesy, činnosti. Jedná se o realizaci první etapy. **Kontroluj** – po fázi realizace je nutné posoudit míru shody nadefinovaných cílů a jejich reálné provedení. V tomto bodě je nutno použít všechny monitorovací schopnosti, měřící technologie a provést analýzu dosažených výsledků. Ty se po dokončení těchto činností porovnají s plánovanými cíli. Následně je sepsán report o celkovém splnění nebo míře odchýlení se od targetů. **Jednej** – neméně důležitá je tato poslední část. Klade si za cíl uskutečnit veškerá možná opatření, aby se neopakovaly situace, při kterých dochází k odchylkám od stanovených cílů. V případě neúspěchu je nutné reagovat správným způsobem a konat vše pro to, aby se cílům společnost více přibližovala. V případě, že je cíl na 100 % splněn, následuje standardizace provedených opatření.

(NENADÁL, J. a kol. Moderní management jakosti, 2008)



Zdroj: (NENADÁL, J. a kol. Moderní management jakosti, 2008/ Vlastní zpracování, 2020)

Obr. 3 Cyklus PDCA

2 Teoretická východiska sledování nákladů na kvalitu

Ekonomika kvality je klíčovým prvkem managementu kvality. Na produkt je ve většině případů nahlíženo z finančního pohledu. Pro většinu kupujících je jednou z nejdůležitějších informací to, za jakou cenu kupuje daný produkt nebo službu. Nebylo by tedy správné vydat se cestou dosahování požadované kvality bez ohledu na cenu.

V této části práce budou zmíněny některé modely, metody, standardy a analytické techniky, které jsou dnes v automobilovém průmyslu využívány k dosažení stanovené úrovně kvality a zachování rozumné cenové politiky. Ekonomika kvality si dává za cíl neustále zvyšovat uspokojení klientů, partnerů či zákazníků a jde ruku v ruce se snižováním nákladů na výsledný produkt, čelí tedy velmi těžkému úkolu.

2.1 Definice nákladů spojené s kvalitou

Náklady na kvalitní výrobek nebo službu jsou náklady, které firma vynakládá proto, aby splnila požadavky, normy a veškeré standardy týkající se daného odvětví, do něhož výrobek spadá.

Náklady na kvalitu se mohou dělit na náklady, které *přímo souvisí* s tím, že produkt či služba bude doopravdy kvalitní, tedy náklady, které jsou zřejmé. Mezi tyto náklady na kvalitu patří například náklady na vývoj, úpravy, modernizaci nebo náklady na předělávky různých systémů nebo celého výrobku. Také sem mohou patřit náklady na kontrolu a měření.

Druhou skupinou jsou *náklady, které jsou skryté.* Tyto náklady jsou většinou špatně změřitelné a jsou to náklady, které jsou spojeny se špatnou kvalitou výrobku nebo celého systému. Pod nimi si můžeme představit například čas, který musí pracovník vynaložit na to, aby vyhledal dokument, který musel vystavit při reklamaci produktu. Z této situace je patrné, že se v minulosti vyskytla neshoda, která zřejmě souvisela s nekvalitou, a která zapříčinila více výdajů firmě. Tyto výdaje reprezentují zbytečné úkony zaměstnanců, které se promítnou do času, který ztratí, a který by mohli věnovat jiné práci.

Náklady na kvalitu představují celkové výdaje vynaložené výrobcem, uživatelem a společností, spojené s kvalitou výrobku.

Dalším dělením nákladů na kvalitu jsou náklady *na shodu* a náklady *na neshodu.* Pod *náklady na shodu* si můžeme představit náklady na prevenci, kontrolu a měření. Mezi náklady na prevenci řadíme školení, mapování procesů a nápravná opatření. Pod náklady na kontrolu si můžeme vybavit testování, měření a vyhodnocování většiny činností.

Náklady *na neshodu* jsou náklady přicházející z interního nebo z externího prostředí. Z interního prostředí jsou to náklady na neshodné produkty, hodnotíme zde poměr neshodných výrobků v porovnání s vyrobenými. Dále jsou to náklady na opravy, předělávky a odpady. Z externího prostředí jsou to náklady na vrácené výrobky, rezervy nebo soudy, které jsou vyvolány nespokojeností a nenaplněním potřeb zákazníka.

(QM PROFI/Verlag Dashöfer, 2009)

2.2 Modely řízení výdajů vynaložených na kvalitu

Výdaje na kvalitu dosahují v některých případech až 25% celkových výdajů firem. Tato skutečnost podtrhuje důležitost vnímat toto téma jako velmi rozsáhlé. Ve své podstatě můžeme říci, že se tyto výdaje v mnohých případech prolínají, zasahují a také úzce souvisejí s ostatními výdaji. Jsou to výdaje, které je v mnohých případech dobré sledovat a podle kterých je možno pozorovat, plánovat a prokazovat zlepšování kvality produktu nebo služby. Je to také finanční ukazatel, který napomáhá pochopit veškerá přijímaná technická a organizační opatření.

Vyšší kvalita představuje větší náklady na vývoj, vložené investice, modernější technologie a v mnohých případech také větší náklady na udržitelnost a provoz výrobku. Jak již bylo v úvodu řečeno, je potřeba, aby byl výše zmiňované výdaje **zákazník ochoten zaplatit** a tak je třeba najít cenové optimum, za které je **firma schopna poskytnout** výrobek ve kvalitě, které předepisují dnešní normy. Velmi záleží na odvětví výroby a samotné kategorii výrobku. V automobilovém průmyslu se vozy řadí do segmentů. Je zřejmé, že vozy, které patří do vyšších tříd, budou mít nároky kladené na kvalitu zpracování několika násobně vyšší než vozy z nižších

tříd. Ovšem řeč je pouze o používaných materiálech. V automobilovém průmyslu podléhá většina výrobků již zmiňovanému standardu IATF 16949, a tak musí v zásadních parametrech automobily plnit dané normy, bez ohledu začlenění do třídy a cenové relace.

2.2.1 Rozšířený model PAF

Model PAF zahrnuje několik kategorií výdajů. Člení se na dvě hlavní části a to jsou výdaje reprezentující ekonomické ztráty a výdaje reprezentující efektivně vynaložené zdroje.

Tento model funguje na základě zavedených systémů řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a enviromentu (ISO 45001) a také podle mezinárodních standardů zohledňujících výdaje vztahující se ke škodám na prostředí (ISO 14001).

Do první skupiny řadíme výdaje na interní a externí vady, promrhané investice a příležitosti a škody vzniklé na prostředí.

Do druhé skupiny můžeme zařadit výdaje na prevenci a zlepšování a výdaje na hodnocení.

(NENADÁL, J., a kol. Moderní systémy řízení jakosti, 2002)

Náklady na interní vady vznikají uvnitř organizace či firmy a jsou svým způsobem méně na škodu v porovnání s externími vadami. Je to dáno tím, že externí vady jsou spojené s nespokojeností zákazníků, odběratelů nebo obecně zúčastněných stran a na společnost tak vrhají špatný stín v daleko větší míře a rozsahu. Interní vady lze vyřešit v rámci společnosti a k zákazníkům se tak dostane výrobek nebo služba ve stavu, který nevykazuje žádné neshody.

Dalším typem jsou výdaje spojené s promrhanými investicemi a příležitostmi. Tato skupina výdajů vzniká nejčastěji u jednoho nebo více řídících pracovníků, kteří svým rozhodováním způsobí zbytečné výdaje organizace. Mezi nejhorší případy patří například realizace procesů, které vedou k finalizaci výrobků nebo služeb, které následně nenaleznou svá uplatnění na trhu, neosloví zákazníky v takové míře, tedy je produkt ztrátový.

Výdaje, se kterými souvisí vzniklé škody na životním prostředí, v posledních letech stoupají na žebříčku důležitosti ve všech větších organizacích po celém světě. Je tomu tak i ve ŠA, která podniká své kroky s největším zřetelem na recyklovatelnost produktů nebo na redukci emisí CO_2 . I v tomto ohledu musí být výrobky kvalitní. Mohou sem patřit pokuty za překročené gramy CO_2 , nebo přímé výdaje na odstraňování škod po ekologických haváriích a také výdaje na výstavbu a provoz nových ekologických zařízení, kterými mohou být například čističky odpadních vod v lakovnách, kde již dnes můžeme používat neustále stejnou „recyklovatelnou vodu“.

Výdaje na prevenci a zlepšování jsou klíčové. Tato skupina se již řadí do efektivně vynakládaných prostředků a měla by být neustále sledována, podporována a zlepšována. Tyto výdaje jsou dalším krokem ke snižování a předcházení výskytu rizika neshody, jinými slovy tedy zvyšují ekonomický výsledek.

Mezi hlavní položky patří výdaje na průzkum trhu a zkoumání požadavků zákazníků na výrobky a služby, výdaje na analýzu konkurenčních výrobků. Neméně důležité jsou výdaje na zavádění preventivních metod v oblasti návrhu a plánování kvality. Toto vše podporuje neustálé zlepšování výrobků, služeb, procesů i systémů managementu organizace.

Posledním typem výdajů jsou výdaje na hodnocení. Představují druhou skupinu efektivně vynakládaných prostředků. Tyto výdaje jsou vynakládány většinou na posuzování a prokazování shody, kterou předepisuje výrobní postup nebo slibuje dodavatel produktů. Patří sem výdaje na nákup měřicích a monitorovacích zařízení a následná kalibrace měřidel, výdaje na provozní a zkušební testy výrobků nebo výdaje na destruktivní zkoušky a certifikaci.

2.2.2 Model COPQ

Model COPQ byl na našem území poprvé představen roku 1995 experty EU v rámci přenosu know-how v oblasti managementu kvality. Jeho smyslem je odhalovat příležitosti ke snižování celkových nákladů organizací na základě sledování všech významných ztrát, které plynuly z neschopnosti plnit požadavky, v rámci standardů a norem.

Identifikují se čtyři skupiny výdajů, jimiž jsou výdaje na interní vady, výdaje na externí vady, výdaje na promrhané investice a příležitosti a škody na prostředí.

Jeho odlišnost spočívá zejména v tom, že klade důraz na soustředění se na analýzu položek, které zhoršují ekonomickou výkonnost organizací.

(NENADÁL, J. Měření v systémech, 2001)

2.3 Taguchi-ho ztrátová funkce

Celý princip této funkce je založen na předpokladu, že se ve výrobě bude využívat princip kontroly způsobem, že se stanoví optimální hodnota T na grafu a vytvoří se meze tolerance, ve kterých se výrobek může pohybovat. Základní myšlenka je, že výrobky, které se pohybují v mezích tolerance, nemohou být stejně kvalitní a bezeztrátové. Jinými slovy jakákoliv sebemenší odchylka od T poukazuje na nekvalitu a s ohledem na hodnotu této odchylky jí je přiřazeno finanční ohodnocení v podobě ztráty ze zisku na samotném výrobku. Je nutné zmínit skutečnost, že vzorec Taguchi vymyslel a sestavil a není nijak odvozen. Proto se někdy můžeme setkat s různými názory, různých odborníků na tento vzorec nebo jeho části. Jedná se o vztah, který vzešel z dlouholeté praxe a jeho funkčnost a přínosnost je ověřena a nyní si představíme tuto myšlenku matematickým způsobem.

2.3.1 Taguchiho ztrátové funkce pro kontrolu po n - výrobcích

Taguchiho funkce je definována v několika variacích. Jiný tvar má standardizovaná ztrátová funkce, jiný pro kontrolu 100% výrobků a jiný vícerozměrná ztrátová funkce. V praxi je hojně využívána právě varianta pro kontrolu n-výrobků. Vzorec v sobě nese pět základních členů, pod nimiž si můžeme představit konkrétní ukazatel daného výrobku. Před samotným vysvětlením a pojmenováním těchto pěti členů je nutné definovat jednotlivá písmena ve vzorci.

$$\boldsymbol{L = \frac{B}{n} + \frac{C}{u} + \frac{A}{d^2}.\frac{D^2}{3} + \frac{A}{d^2}.\frac{D^2}{u}.\left(\frac{n+1}{2} + z\right) + \frac{A}{d^2}.s_m^2} \qquad (1)$$

Kde A znamená ztrátu při překročení tolerance d, B je cena kontroly výrobku, C je cena opravy stroje, n značí kontrolní interval, průměrný počet výrobků mezi opravami představuje u, d značí funkční tolerance, D výrobní tolerance, z pak počet výrobků zhotovených během kontroly a sm značí směrodatnou odchylku při kontrolním měření.

Jak bylo výše psáno, vzorec lze přeložit přehledněji pomocí rozdělení na 5 základních členů.

První zlomek $\frac{B}{n}$ vyjadřuje **cenu kontroly na kus**, kterou zaplatíme. Druhý zlomek $\frac{C}{u}$ vyjadřuje **cenu, kterou zaplatíme za opravu**, když námi zkontrolovaný výrobek bude vykazovat různorodé vady. Součin dvou následujících zlomků, tedy 3. a 4. zlomek ve vzorci, **zaznamenává ztráty způsobené nepřesnou výrobou**. Jeho hodnota připadá na jeden kus. **Ztráty z neshodných výrobků** lze vyjádřit tímto součinem $\frac{A}{d^2}.\frac{D^2}{u}.\left(\frac{n+1}{2} + z\right)$. Součin posledních dvou zlomků na konci vzorce znázorňuje **ztráty**, které jsou **způsobené nepřesností měření.** Tento součin definuje počet chyb, které byly naměřeny. Tyto chyby vznikají při nepřesnostech měřicího přístroje, a také při špatném posouzení vhodnosti měřicí metody.

Výhoda využití vzorce číslo jedna je možnost výpočtu optimální hodnoty pro kontrolní interval a výrobní toleranci pomocí parciálních derivací. Taktéž lze vypočítat odhad průměrného počtu výrobků mezi dvěma poruchami. Tedy vzorec pro výpočet optimální kontrolního intervalu:

$$\boldsymbol{n^* = \sqrt{\frac{2.u.B}{A}} . \frac{d}{D}} \tag{2}$$

Vzorec pro výpočet optimální výrobní tolerance:

$$\boldsymbol{D^* = \sqrt{\frac{3.C.D^2.d^2}{A.u}}} \tag{3}$$

A vzorec pro odhad průměrného počtu výrobků mezi dvěma poruchami:

$$\boldsymbol{u^* = \frac{D^{*2}}{D^2} . u} \tag{4}$$

(TOŠENOVSKÝ, NOSKIEVIČOVÁ, 2000)

2.3.2 Taguchiho ztrátová funkce pro kontrolu 100% produkce

Pokud chceme zkontrolovat veškeré výrobky, je nutné využít vzorec pro 100 % kontrolu. V tomto případě neporovnáváme každý kontrolovaný výrobek s hodnotou T, ale přesnost výroby zjistíme porovnáváním sousedních výrobků. Abychom získali výsledek, je při kontrole třeba brát vždy tři výrobky.

$$\boldsymbol{L = \frac{Q}{R} + \frac{A}{d^2} \cdot s_o^2} \tag{5}$$

Ve ztrátové rovnici se pod písmenem Q skrývají náklady na 100 % kontrolu za jeden rok, R značí roční produkci v kusech, d je funkční tolerance, A vyznačuje ztrátu při překročení tolerance d. Výpočet s_o^2 provedeme již zmíněnou kontrolou tří po sobě jdoucích výrobků. Velmi záleží na způsobu odběru kontrolních vzorků, ale tento způsob je pro účely práce nejjednodušší.

2.3.3 Výpočet pomocí atributu při neměřitelné charakteristice kvality

Tento vzorec pro výpočet je nutné znát, protože se používá u vlastností kvality výrobku, které nelze měřit nebo u vlastností, které se ze své podstaty neměří. Tuto vlastnost nazýváme *atribut*. Jako příklad lze uvést situaci, kdy se kontroluje kompletnost montovaného celku pomocí šroubů a zjišťuje se, zda byly použity všechny, tedy šroub buď je, nebo není, nelze nijak změřit. Stejně tak škrábance na laku vozu. Význam písmen ve vzorci zůstává stejný.

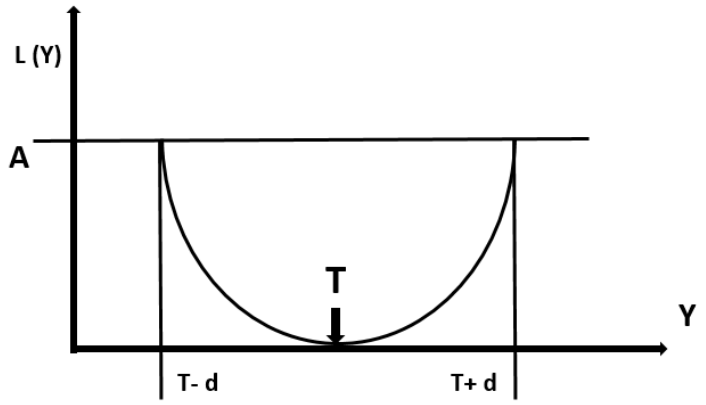
$$\boldsymbol{L = \frac{B}{n} + \frac{C}{u} + \frac{n+1}{2} \cdot \frac{A}{u} + \frac{z.A}{u}} \tag{6}$$

2.3.4 Grafické znázornění

Taguchiho ztrátová funkce má poměrně jednoduchý graf. Na obrázku jedna je na vodorovné ose definován bod T, který značí u různých výrobků různé veličiny. Můžeme například posuzovat váhu, rozměry, mechanické či chemické vlastnosti nebo jiné veličiny.

Bod T značí optimální, tzv. cílovou hodnotu. V zahraničních publikacích se tato hodnota označuje jako „Target value“. Tato hodnota má stanovené intervaly, ve kterých se může pohybovat a jsou značeny jako $T - d$ a $T + d$. Hranice tolerančního intervalu můžou být označovány také LSL = dolní hranice a USL = horní hranice. Shodné výrobky se pak pohybují v těchto intervalech. Sebemenší odchylka od T je zaznamenávána a je pro ni stanoveno finanční ohodnocení. Čili čím je odchylka od T vyšší, tím je vyšší ztráta. Taguchi toto pojmenovává jako **ztráta za nekvalitu v rámci tolerance.** Tato ztráta je přepočítávána na finance a zobrazuje se na svislé ose, bod A značí ztrátu za překročení tolerance. Taguchi v tomto vidí možnost pozorovat míru rozdílnosti dvou stejných, různě nekvalitních výrobků. Tento model je velmi citlivý a zaznamenává u výrobků i velmi malé niance v rámci neshodnosti produktu.

Pokud se výrobek pohybuje mimo toleranci, je potřeba hledat chybu, kterou bude způsobovat rozsáhlejší problém.



Zdroj: (TOŠENOVSKÝ, Jaroslav, NOSKIEVIČOVÁ, Darja. Statistické metody pro zlepšování jakosti. Montanex a.s., 2000. ISBN 80-7225-040-X/ Vlastní zpracování, 2020)

Obr. 4 Graf odchylek od bodu T

Graf na obrázku číslo čtyři lze popsat vzorcem číslo sedm.

$$\boldsymbol{L(Y) = k \times (Y - T)^2} \tag{7}$$

V tomto vzorci je význam písmen následující:
$T =$ cílová (optimální) hodnota ukazatele kvality
$Y =$ skutečně dosažená úroveň ukazatele kvality
$L\,(Y) =$ ztráta způsobená odchylkou od T
$k =$ konstanta

Pokud hodnota překročí jednu z hranic tolerance, z grafu vidíme, že se hodnota A rovná $L(Y)$. Hodnota T je dána a A je obvykle známá. Položíme tuto hodnotu A rovnu $L(Y)$. Rovnice pro krajní hodnoty má následující tvar.

$$\boldsymbol{A = k \times d^2} \tag{8}$$

Z této rovnice pak snadno vypočítáme konstantu k:

$$\boldsymbol{k = \frac{A}{d^2}} \tag{9}$$

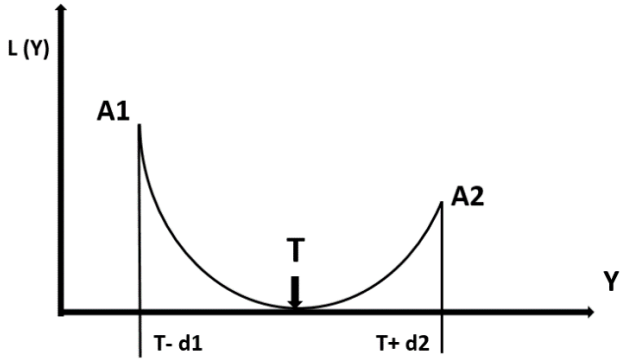
(TOŠENOVSKÝ, NOSKIEVIČOVÁ, 2000)

2.3.5 Grafické znázornění pro různé typy tolerancí

V zásadě rozlišujeme tři základní typy grafického znázornění typů tolerancí. Vhodný typ je vybírán dle toho, co je v dané situaci považováno za optimální cílovou hodnotu. U všech typů zůstává vždy ideálem tato cílová hodnota T.

1) **Tolerance typu N (nominal)**

Tento typ grafu nejlépe ilustruje logiku ztrátové funkce, a proto byl zmíněn již v předešlé kapitole ovšem v symetrické podobě. Na obrázku číslo pět je tento typ zobrazen v nesymetrické podobě a z logiky věci je zde označení tolerančních intervalů d_1 a d_2 různé jakožto i ztráty A_1 a A_2 jsou rozdílné. Tento typ je využit například v případech, kdy při nedodržení přesného rozměru lze rozměr nad tolerancí d_2 opravit a pod d_1 nikoliv, tudíž je pak ztráta A_1 větší než A_2 .

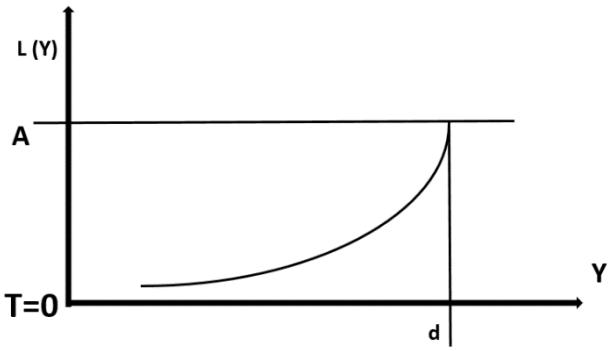


Zdroj: (TOŠENOVSKÝ, Jaroslav, NOSKIEVIČOVÁ, Darja. Statistické metody pro zlepšování jakosti. Montanex a.s., 2000. ISBN 80-7225-040-X/ Vlastní zpracování, 2020)

Obr. 5 Graf nesymetrických odchylek od bodu T

2) Tolerance typu S (smaller)

Tento typ tolerance je využíván, když je stanovena horní přípustná hranice a čím menší hodnoty je dosaženo, tím lépe. Ideálem je $T = 0$. Jako příkladnou situaci pro automobilový průmysl autor uvádí vypouštění výfukových plynů neboli emise CO_2.

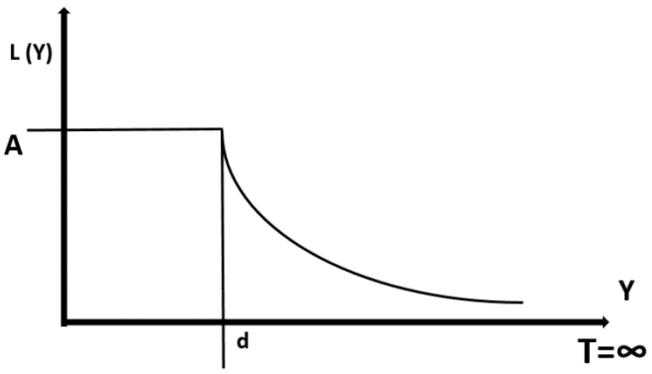


Zdroj: (TOŠENOVSKÝ, Jaroslav, NOSKIEVIČOVÁ, Darja. Statistické metody pro zlepšování jakosti. Montanex a.s., 2000. ISBN 80-7225-040-X/ Vlastní zpracování, 2020)

Obr. 6 Graf tolerance typu S

3) Tolerance typu L (larger)

Třetí typ tolerance je opakem druhého typu, je stanovena dolní přípustná hranice, čím vyšší jsou hodnoty Y, tím je situace příznivější. Například výsledky korozních testů. Ideálem T je roven nekonečnu.



Zdroj: (TOŠENOVSKÝ, Jaroslav, NOSKIEVIČOVÁ, Darja. Statistické metody pro zlepšování jakosti. Montanex a.s., 2000. ISBN 80-7225-040-X/ Vlastní zpracování, 2020)

Obr. 7 Graf tolerance typu L

Výhoda postupu využití Taguchiho funkce spočívá v tom, že je možné stanovit nejen celkové náklady na kvalitu, ale i také optimální hodnoty některých zvolených parametrů. Tyto parametry lze rozdělit do následujících skupin:

- n, d, D – jejich optimální hodnoty se stanoví jednorázově,
- A, B, C, u, z, sm - u této skupiny parametrů je možné jejich trvalé zlepšování, a to v různých fázích výrobního procesu:
- v přímé výrobě: A, u
- v procesu kontroly – B, z, sm
- při opravách – C.

(TOŠENOVSKÝ, NOSKIEVIČOVÁ, 2000)

Tato funkce má ovšem i nevýhody. Mezi **nevýhody** využití Taguchiho ztrátové funkce lze zahrnout nemožnost využití parametru, který představuje reklamace. Tento parametr je jedním z ukazatelů kvalitního produktu a je pod ním skryta většinou objemná suma financí, která souvisí s finančním vyhodnocením nákladů na dosažení kvality.

3 Analýza současného stavu poznání

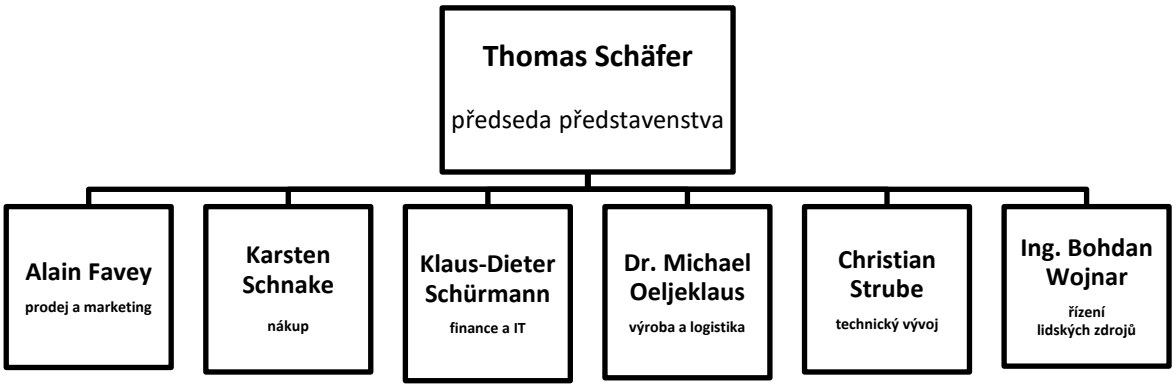
Tato práce soustřeďuje svou pozornost na firmu ŠKODA AUTO a.s., ve které byla provedena analýza současného stavu vyhodnocování, sledování a snižování nákladů na kvalitu ve **výrobě komponentů**. ŠA vyrábí také nářadí a přípravky, to ovšem nebude tématem této analýzy. Z důvodu velikosti firmy, veliké diverzitě procesů a různorodosti kompetencí a odpovědností oddělení, kdy každá organizační jednotka má na starost jiný druh nákladů, je tato analýza zjednodušena, avšak v podstatných rysech odráží skutečnost. Cílem bylo obsáhnout hlavní skupiny nákladů, na které bere ŠA zřetel a spojuje je s dosažením kvality. V první části je pouze stručně zmíněna charakteristika a historie společnosti pro ilustraci a v dalších kapitolách jsou analyzovány a blíže popsány jednotlivé druhy nákladů. Informace byly ve velké míře čerpány z interní dokumentace firmy a to konkrétně z koncernových směrnic, organizačních norem, metodických pokynů a popisů jednotlivých procesů.

3.1 Charakteristika společnosti ŠKODA AUTO a.s.

ŠKODA AUTO a.s. je firmou zabývající se výrobou osobních automobilů. Její sídlo je v Mladé Boleslavi, ale působí i v Kvasinách a Vrchlabí, kde má své dva další výrobní závody. Je jedním z největších českých zaměstnavatelů a exportérů vůbec. Podle tržeb je dlouhodobě na první pozici.

Historie značky je velmi pestrá, a proto jsou zde zmíněny jen nejdůležitější okamžiky. V roce 1985 založili Václav Laurin a Václav Klement malou firmu Laurin & Klement na výrobu jízdních kol. Počátek výroby vozů jako takových, v Mladé Boleslavi, se datuje k roku 1905, kdy se vyrobil první model s názvem Voiturette A. V minulých desetiletích prodělala firma rozsáhlý vývoj a v roce 1991 se stala součástí německého koncernu Volkswagen Group. Nedávno oslavila automobilka své 125. výročí. V dnešní době automobilka vchází do nové éry elektro mobility a v září 2020 představila svoje první čistě elektrické vozidlo Enyaq.

Na obrázku číslo osm jsou současní členové představenstva v čele s Thomasem Schäferem, který byl zvolen v srpnu roku 2020.



Obr. 8 Schéma členů představenstva

3.2 Náklady na kvalitu ve výrobě komponentů

Ve firmě ŠKODA AUTO a.s. jsou náklady na kvalitu definované v metodických pokynech, v mém případě je to pokyn s označením MP. 1.115, který platí od 1.9 2018 a nahrazuje tak stejnojmenný pokyn z roku 2014.

Náklady na kvalitu jsou zde rozděleny na náklady na prevenci a náklady na detekci a jsou plánovány v rámci plánovacího kola. Na příslušných nákladových střediscích (NS) organizační jednotky (OJ) průběžně sledují, vyhodnocují a reportují výsledky, které jsou průběžně evidované a vychází ze sledovaných dat. Při odchylkách od plánu nákladů na kvalitu se provádí analýzy a přijímají se odpovídající opatření. Náklady na kvalitu jsou sledovány v Kč/€, ale také se sledují i v jiných jednotkách (např. v %, Minuty, trendy, atd.). Sledování a vyhodnocování nákladů na kvalitu ve výrobě se provádí dle potřeby (většinou jednou měsíčně) na příslušných odděleních.
Druhy nákladů, které se týkají nákladů na kvalitu a jejich rozdělení jsou stanoveny zástupci GQ a FCP/ FCV, jimž tyto zkratky patří.

Náklady na prevenci

Tyto náklady představují finanční ohodnocení činností, které souvisí s preventivními a nápravnými opatřeními, které mají za úkol dosáhnout požadované kvality. V tabulce číslo jedna, autor poukazuje na druhy nákladů a konkrétní OJ, která za ně zodpovídá.

Tab. 1 rozdělení odpovědností na náklady na prevenci

Náklady na realizaci QMS (certifikace, dokumentované informace)	GQZ
Náklady na OJ GQ „Řízení kvality“	GQ
Náklady na školení	OJ
Náklady na metrologii (externí kalibraci)	OJ, GQ
Náklady na činnosti TK – „OJ technické kontroly“	OJ – TeK
Náklady do nových technologií (investice)	OJ
Náklady na tvorbu palubní a servisní literatury	VAT
Náklady na projekty v PSW (kalkulace)	PSW, FCP/2

Zdroj: (ŠKODA AUTO a.s./Internídokumentace/Datei/:MP1115cz01092018/Seite/6, 2018)

Náklady na detekci (ztráty)

Tento druh nákladů je ve ŠA finančním ohodnocením činností, které souvisí s náhradou vzniklé ztráty a nápravnými opatřeními, jejichž cílem je zajistit kvalitu výrobku. V tabulce číslo dva, autor opět poukazuje na druhy nákladů a konkrétní OJ, která za ně zodpovídá.

Tab. 2 rozdělení odpovědností na náklady na detekci

Náklady na neshodné díly ve společnosti PK, PSW	PK, PSW
Náklady související s procesem reklamace na dodavatele	GQH, PK, PSW
Náklady na garance a kulance	VAT, GQM
Náklady na reklamace do společnosti (zákazníkem jsou závody ŠKODA a VW AG)	GQH, PK, PSW
Náklady na repase (opravy výrobku)	PK, PSW
Náklady na prostoje	PK, PSW

Zdroj: (ŠKODA AUTO a.s./Internídokumentace/Datei/:MP1115cz01092018/Seite/6, 2018)

3.3 Matice druhů nákladů na kvalitu ve výrobě

Matice je vytvořena a zohledňuje strukturu nákladu dle požadavků příruček VDA 6.1 a VDA 6.4, které sledují, aby dodavatelé automobilového průmyslu měli vytvořený systém na řízení financí. Navádí je na jaké oblasti se zaměřovat z pohledu systému řízení kvality. MP je platný pouze pro oblasti výroby komponentů (motorů, převodovek, náprav a jejich dílů) a výroby nářadí, které jsou certifikované dle uvedených požadavků VDA. Podle názoru autora jsou náklady na kvalitu shrnuty systematicky, ovšem rozdělení kompetencí není v mnohých případech dohledatelné a jasné. Autor se domnívá, že tento problém je způsoben nepřesnostmi v popisech pracovních kompetencí osob na informačním portále ŠA. V některých případech se na tomto portále vyskytují velmi nepřesné nebo nic neříkající názvy pracovních popisů, což si lze vysvětlovat neustálým pohybem pracovníků tzv. rotací nebo jednoduše chybnou definicí pracovní pozice. Zmíněná matice se nachází v příloze číslo jedna.

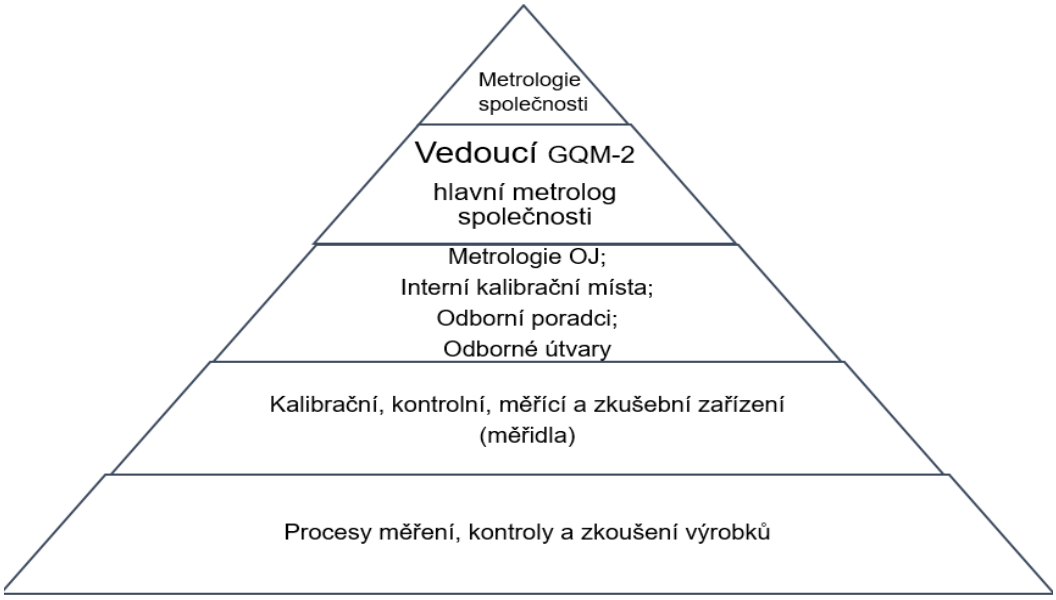
3.4 Náklady na testování a měření

Jako první jsou dle matice nákladů ve výrobě komponentů zmíněny náklady na metrologii. V Mladé Boleslavi se vyrábí množství různorodých produktů ve velkých sériích a pomocí různých technologií jako je kování, lisování, lití, svařování nebo lakování. Následně se jednotlivé části skládají, a proto je důležité, aby každá z vyrobených součástek měla přesné a stejné vlastnosti, takové jaké byly vypočteny a stanoveny ve výkresu. Autor dodává, že některé díly nebo části dílů pocházejí z jiných závodů v rámci koncernu VW, a proto je zde nutnost sjednocení požadavků na přesné měření. Velmi důležitou roli zde hraje komunikace a dokumentace. Tu zajišťuje oddělení GQM-2, které je také vlastníkem organizační normy ON. 1.018, což je Metrologický řád společnosti, který je platný od 1. března 2015, a který nahrazuje stejnojmenný dokument z roku 2019. Účelem této normy je definovat zásady pro zajištění metrologické činnosti ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. za účelem řízení kontrolního, měřicího a zkušebního zařízení k dosažení metrologické konfirmace. Oddělení GQM-2 je garant procesu metrologie ve společnosti a metrologické činnosti společnosti. Zodpovídá za vyvíjení, zavádění a metodické řízení metrologické činnosti ve společnosti. Dalším úkolem tohoto oddělení je zajišťování laboratorních zkoušek kovových a nekovových materiálů, provozních kapalin a povrchových ochran. Provádí kalibrační službu a speciální měření dílů s nejvyššími nároky na přesnost.

Kalibrační místa jsou ve ŠA pracoviště, kde se kontrolují a kalibrují měřidla, kontrolní přípravky a měřicí přístroje. Těchto kalibračních míst je ve společnosti v současné době zřízeno kolem 20.
Veškeré činnosti, které souvisí s metrologií, jsou započteny do celkových nákladů na zajištění kvality.

Metrologické středisko provádí přesné měření dílů, které se vyrábí zde v Mladé Boleslavi. Jeho úkolem jsou různé činnosti, do nichž patří například následující:
- kalibrace pracovních etalonů
- vypracování podnikových předpisů v metrologii
- vypracování kalibračních postupů pro délková měřidla
- provádí metrologické audity, zajišťuje školení personálu v oboru metrologie.

Etalon měřicí jednotky nebo stupnice určité veličiny je měřidlo či ztělesněná míra, sloužící k realizaci a uchovávání této jednotky nebo stupnice a k jejímu přenosu na měřidla nižší přesnosti.



Zdroj: (Macoun, 2018/ Vlastní zpracování)

Obr. 9 Pyramida metrologie

3.5 Náklady na školení

Dalším z nákladů na zabezpečení kvalitního produktu je školení. Ve ŠA je rozlišováno několik druhů školení, podle toho, jak často se opakují nebo podle typu pracovní pozice. Prostřednictvím školení je v organizaci umožněno jednak plnění úkolů a dosažení cílů v oblasti systému řízení shody výrobku (Product Compliance Management Systém), ale také informování organizace a všech zúčastněných stran ve smyslu formování cílové kultury shody výrobku. Cílem je zprostředkování a komunikování obsahů relevantních pro shodu výrobku specifických pro potřeby jednotlivých zúčastněných stran, což znamená, že je zde snaha pro to, aby každý z pracovníků znal dobře cíle, hodnoty, program PCMS, závazné povinnosti, rizika, role a kompetence, jelikož je velmi přínosné, když jednotlivec chápe proces výroby jako celek. Ve firmě jako je ŠA je pro jedince velmi těžké až nemožné získat povědomí o veškerých procesech, a tak je nutné pro zkvalitnění výroby vynakládat finanční prostředky na školení.

Výhodou jsou dnes informační technologie. Ve ŠA lze cenné informace získat například prostřednictvím eLearningového portálu eDoceo na domovské stránce Škoda Space. Podoba portálu je vyobrazena v příloze číslo tři. Ti, kteří nemají přístup na tento portál, což mohou být dělníci na lince, absolvují školení pro svou pracovní náplň individuálně.

Jako příklad autor zmiňuje situaci, kdy do výroby „nabíhá“ nový typ vozu. Ještě před samotným počátkem produkce je spuštěna série, která má za cíl naučit a seznámit pracovníky na lince s novým typem vozu. Nejedná se o vozy, které jdou do prodeje a pro firmu je to náklad, který vynakládá na rekvalifikaci personálu, aby v běžné produkci nedocházelo k prostojům nebo chybám z důvodu neznalosti výrobního procesu.

3.6 Náklady na neshodný výrobek

Řízení neshodného výrobku upravuje organizační norma ON. 1.042. Tato norma platí od 15. listopadu 2011 a nahrazuje OS 511/5. Problematika neshodného výrobku je pro firmu nákladem, který ovšem může do jisté míry snížit. Neshodný díl je díl, který nesplňuje požadavky technického předpisu nebo kvalitativní požadavky, nebo existuje důvodné podezření na jejich částečné nesplnění. Velmi záleží na míře neshody dílu. Neshodný díl se zpravidla dělí do tří typů. Tím prvním je typ, který spadá do kategorie „Díly opravitelné“. Jedná se o neshodné díly, které lze opravit, které po projití přes repasní pracoviště splňují požadavky technického předpisu a kvalitativní požadavky. Náklad lze vnímat ve formě potřeby vynakládání financí na pracovní pozice v rámci repase. Dalším typem jsou „Díly zpracovatelné na odchylku“ a jsou to neshodné díly, které lze zpracovat na základě schválené odchylky, která je přípustná a nikterak nevadí účelu, která má součástka plnit. Poslední skupinou jsou „Díly neopravitelné“. Jedná se o díly, které nelze opravit ani zpracovat na odchylku. Ty se pak dělí na „Díly prodejné“ – splňují požadavky na prodej a na díly „Díly k likvidaci“ – žádné využití není možné, díly musí být znehodnoceny proti dalšímu použití a zamezení prodeje a dále je s nimi nakládáno jako s odpadem, tedy jsou v plné míře nákladem pro firmu.

Autor dodává, že díly které jsou neopravitelné, ale jsou prodejné, jsou nabízeny ve většině případů zaměstnancům ŠA, typicky vedle 8. brány, kteří je mají možnost odkoupit, za snížené a velmi příznivé ceny.

3.7 Náklady na reklamace komponenty

Ve ŠA existuje organizační norma na reklamaci výrobků. Tato norma v procesní dokumentaci označena jako ON. 3.002 a zahrnuje veškeré druhy reklamací. V mém případě jsem sledoval pouze náklady, které se vztahují k výrobku přímo ze závodu, neboli náklady na „Hausteil“[1]. ŠA používá několik metod a postupů pro řízení neshodného produktu, ovšem jeden z nejoblíbenějších a nejúčinnějších standardizovaných postupů je Global 8D report. Prvně se tento postup objevil ve Ford Motor company, kde byl vyvinut. V Mladé Boleslavi je využíván k odstranění příčin neshody a eliminaci reklamace, ke splnění požadavků dané zákazníkem a k neustálému zlepšování procesů a produktů. Ve ŠA vyřizuje reklamace výrobkový kvalitář a za výsledek procesu odpovídá management.

3.8 Náklady na proces repase

Ve ŠA jsou náklady na repasní činnosti popsány závazným postupem, kde jsou definované odpovědnosti a samotný proces pro repase v rámci výroby vozu v závodech MBI a MBII při zjištění závady. Velmi záleží, ve kterém bodě ve výrobě je závada zjištěna. Celý proces začíná evidencí neshodného dílu. Na místě zjištění neshody se separuje neshodný díl, poté je na místě činnost posouzení neshody. Tuto činnost zajišťuje oddělení PFS-M, v některých případech je to samotná OJ místa zjištění neshodného dílu případně útvar GQH-3. Jejich úkolem je i určit a informovat viníka. Dalším z kroků je posouzení možnosti repase neshodného dílu. Účelem je co nejvíce snížit náklady na nový díl, v případě, že lze součást vymontovat a opravit, je tomu tak učiněno. V případě, že je součástka natolik poničena nebo jsou poničeny i ostatní díly ze skupiny, na které součást působí, je nutné ji vyjmout a nahradit. Toto posouzení zajišťují GQF-2, PFK, PKT, GQH-3. Po kladném rozhodnutí, tedy že díl lze opravit následuje repase. Ta se zajištuje na repasním pracovišti v příslušném bodě montáže. Poté následuje tzv. „Zmetkové řízení neshodných dílů z repase na viníka“. Tímto úkolem jsou pověřeny útvary PF2, PF1, PFS, GQF, PKL, PFK, PKT. V dalším kroku je zajištěna výměna dílu. Odpovědnost za tuto činnost má oddělení PK, PKL. Následně útvar FCP-1 nebo OJ místa zjištění neshodného dílu realizuje pravidelnou měsíční inventuru. Zjišťuje se

[1] Hausteil = „domácí díl“ nebo také „domácí výrobek“

stav dílů na nákladových střediscích, které jsou v evidenci měněných dílů ve vozech. V případě vzniku škody je ještě vystaven a schválen škodový protokol. Poté se vystaví a schválí šrotovací protokol příslušnou kontrolou kvality nebo příslušným controllingem, popř. ho zajistí útvary PL, SO. Posledním krokem je fyzická šrotace neshodného dílu útvarem PFK.

3.9 Náklady na prostoje

Poslední druh z nákladů vynaložených na kvalitu ve výrobě jsou náklady na prostoje. Do jisté míry si pod nimi můžeme představit i některé z nákladů zmíněných v předchozích kapitolách. Celkově se ve ŠA všechny náklady ovlivňují a navzájem prolínají. Pod těmito náklady se skrývá čas, který je věnován údržbě strojních zařízení nebo čas, který je ve firmě věnován bezpečnostní přestávky.

Prostoje - překážky, které brání obsluze provozovat strojní zařízení (jsou vyvolané chybami, organizačními nedostatky, negativními skutečnostmi).
Ztrátové časy ve výrobě - výrobní prostoje + neproduktivní časy.
Plánovaný fond provozu stroje (měsíční) - počet pracovních dnů v měsíci x počet plánovaných denních směn x počet hodin ve směně.
Efektivní strojní čas - čas zaznamenávaný řídicím systémem strojního zařízení jako obráběcí čas (posuv minimálně v 1 ose a otáčení vřetene současně), čas je odečítán elektronicky.
Průběh sledování ztrátových časů ve výrobě a poruch je rámci provozu strojního zařízení automaticky zaznamenán. Nazývá se efektivní strojní čas (vytížení strojního zařízení). Obsluha strojního zařízení rozlišuje vzniklé ztrátové časy ve výrobě a poruchy pomocí stisknutí tlačítka MDE, což znamená „Maschinnen Daten Erfassung“ neboli „získávání dat ze strojů“. Většina strojů ve výrobě má konkrétní tlačítka příslušného ztrátového času nebo druhu poruchy na monitoru strojního zařízení. Při prostoji, který brání dalšímu provozu strojního zařízení, obsluha bezprostředně informuje koordinátora týmu a příslušného mistra nebo pověřeného zaměstnance, v případě že je noční směna. Při prostoji strojního zařízení, výrobní zaměstnanec, případně jeho nadřízení zaměstnanci nebo PSW-T/4, okamžitě řeší příčinu problému za účelem jejího odstranění.
Celý systém funguje tak, že data z provozu strojního zařízení jsou síťově přenášena do databáze plánovacího systému (PPS), následně jsou zpracována.

Členění prostojů - ŠKODA AUTO a.s.:

Poruchy - Závady strojních zařízení s možným následkem přerušení provozu

Členění poruch:

- Mechanické poruchy - poruchy hydrauliky, chlazení, vynucené seřízení strojních zařízení apod.
- Elektrické poruchy - poruchy pohonů, regulátorů, řídicích systémů apod.

Výrobní prostoje

Prostoje způsobené vlastními chybami, organizačními nedostatky, nutnou údržbou strojních zařízení apod.

Členění výrobních prostojů:

- Technologická chyba - Chyba výrobní dokumentace, nepřipravený materiál, díl, ale i změna výrobní dokumentace
- Logistické prostoje - Nedostupnost jeřábu, kolejového nebo kolového vozíku, vysokozdvižného vozíku, ručního vozíku nebo obsluhy
- Jiné - Nezařazené, nerozlišené, nepřítomnost obsluhy strojního zařízení (nemoc, dovolená obsluhy, přesun obsluhy na jinou práci), nedostatek práce apod.
- Chyba spojení - Výpadek systému, přenosu dat od strojního zařízení do systému MDE, strojní zařízení vypnuté

Neproduktivní časy

Činnosti, které jsou součástí výrobní operace, ale strojní zařízení nevyrábí nebo činnosti, které je nutné realizovat

Členění neproduktivních časů:

- Upínání a ustavování obrobku na strojním zařízení
- Upínání obrobku na strojním zařízení, stanovení nulového bodu
- Příprava nářadí - Výměna nástroje, plnění zásobníku nástrojů, vyzvednutí připravených nástrojů z výdejny.
- Technologická pauza - Studium výrobní dokumentace, měření, načítání programu, programování na strojním zařízení, plánovaná přestávka (týmový rozhovor, porada NS, školení obsluhy strojního zařízení), preventivní prohlídky strojního zařízení

V analytické části autor popisuje, jakým způsobem se náklady na jednotlivé skupiny nákladů zjišťuji, ale neuvádí přesné metody a postupy pouze popisuje jaké oddělení má za dané náklady odpovědnost a jakým způsobem se data pro vyhodnocení získávají ze systému nebo jiných zdrojů. Hlavním důvodem neuvedení těchto metod je skutečnost, že každé oddělení používá jiné metody na každou z komponentů a nejednotnost těchto procesů tvoří zábranu pro popis každé z nich z důvodu obsáhlosti. Dalším z důvodů je nemožnost se k těmto metodám dostat vzhledem k zákazu sdělení přesných postupu kvůli utajení. I přes snahu autora získat informace od některých pracovníků ve firmě ŠKODA AUTO a.s. mu nebylo vyhověno. Je tomu tak i z důvodu velké pracovní vytíženosti pracovníků a nynější situaci k 30. listopadu 2020 době coronavirové krize. Právě z důvodu nejednotnosti postupu při vyhodnocování nákladů na kvalitu a obsáhlosti těchto postupů autor navrhuje použít metody taguchiho ztrátovou funkci, která dokáže popsat problematiku a zahrnout veškeré druhy nákladů do jednoho výpočtu, kde si dotyčná osoba, kterou některý z nákladu zajímá, dokáže minimálně dopočítat, odvodit nebo alespoň dostat pojem v jakých hodnotách se dané náklady pohybují. Autor práce navrhuje použití ztrátové funkce také proto, že tato funkce dokáže většinu parametrů pojmout jako celek a dokáže utvořit celkový obraz o konkrétních výsledcích za krátký čas.

Celkově lze říci, že ŠKODA AUTO a.s. náklady na kvalitu sleduje pečlivě avšak velmi nejednotným způsobem. Pro představu autor uvádí výsledky všech zmíněných druhů nákladů v příloze číslo dva v konkrétních číslech za rok 2019. Na rok 2020 je uvedena předpověď.

4 Vlastní návrh řešení či aplikace

Na úvod tohoto bloku auto prohlašuje, že všechny informace a data, které jsou v tomto návrhu řešení a aplikační části bakalářské práce použity, jsou smyšlené. Data, která byla použita, nepatří k utajovaným informacím ve firmě a mají pouze informační charakter, jsou vymyšleny a připraveny pouze pro účely této BP. Shoda či podobnost s jakýmkoliv druhem nákladů a jeho vyčíslením je čistě náhodná a veškeré výpočty a částky jsou zjednodušené pro účel bakalářské práce.
Nyní autor práce aplikuje všechny dosavadní znalosti na konkrétní smyšlený příklad, kdy společnost ŠKODA AUTO, a.s. řeší případ spojený s náklady na dosažení kvality.

Ve firmě ŠKODA AUTO a.s. se využívá několik desítek typů kontrol, jak se ve výrobním koloběhu eliminuje vznik neshodných výrobků. Problematika kvality a ekonomický dopad nezpůsobilosti produktů v rámci kvalitativních norem je velmi závažné a důležité téma, při němž je vhodné využít, co nejvíce způsobů, které zobrazují aktuální stav. Důležité je vždy dobře pochopit tento stav a vědět konkrétně jaké kroky k němu přispěly, pak najít takzvaná „úzká místa“ v systému, jimiž v našem případě můžeme chápat místa, kde vzniká nejvíce ztrát a problémů spojené s kvalitou výrobku. Svoji techniku na tuto problematiku vytvořil japonský inženýr Genichi Taguchi a specifickým způsobem popsal pomocí vzorce, který byl v teoretické části představen.

V analytické části bylo zjištěno, že se ve firmě vynaložené náklady shromažďují přes několik oddělení a to vede k velmi špatnému dohledávání výpočtů a metod, které vedou ke konečným číslům. Některá čísla jsou ve výpočtech poddimenzovaná a nevykazují ztráty, ke kterým může dojít v budoucnu. Proto auto navrhuje, aby se touto tématikou zabývalo speciální oddělení a využívalo pro rychlé, účinné a jednotné vykázání nákladů spojených s kvalitou produktu taguchiho metody. Cílem je, aby se toto oddělení věnovalo následujícím kapitolám a uplatňovalo vzorce, které autor vysvětluje na příkladu.

4.1 Monitorování finančních ztrát

Firma ŠKODA AUTO a.s. zavádí novou účinnou metodu pro zabezpečování kvality, která bude cílit na sledování nákladů vynakládaných na požadovanou kvalitu výrobku. Firma se v předchozích letech potýkala s problémy, které byly způsobeny nejednotností vykazování, velkým rozptylem kompetentních osob za jednotlivé oblasti nákladů a nemožností získat přehledný obecný výpočet celkově vynaložených finančních prostředků a úspory. Společnost vyrábí ve svých dílnách desítky různých součástek. Jednou z hlavních je blok motoru. Jelikož je tato výroba náročná na přesnost a hlavně na kvalitu zpracování, technika lití ovlivňuje tvrdost slitiny a tím pádem životnost motoru. Sledovaným ukazatelem kvality je teplota roztavené směsi, většinou se jedná o vysokolegovanou litinu, která se následně opracovává třískovým obráběním. Pro teplotu vstřikované směsi jsou hranice následující: *LSL* = 1450 stupňů Celsia, *USL* = 1550 stupňů Celsia, *T* = 1500 stupňů Celsia. Finanční ztráta za překročení hranice *A* je na jeden kus bloku vypočtena na 2000 Kč. Tolerance *d* se vypočítá jako *T - LSL, 1500 – 1450 = 50.*

Jako první krok je nutné vypočítat konstantu dle vzorce číslo devět uvedeného v teoretické části:

$$\boldsymbol{k = \frac{2000}{50^2}}$$

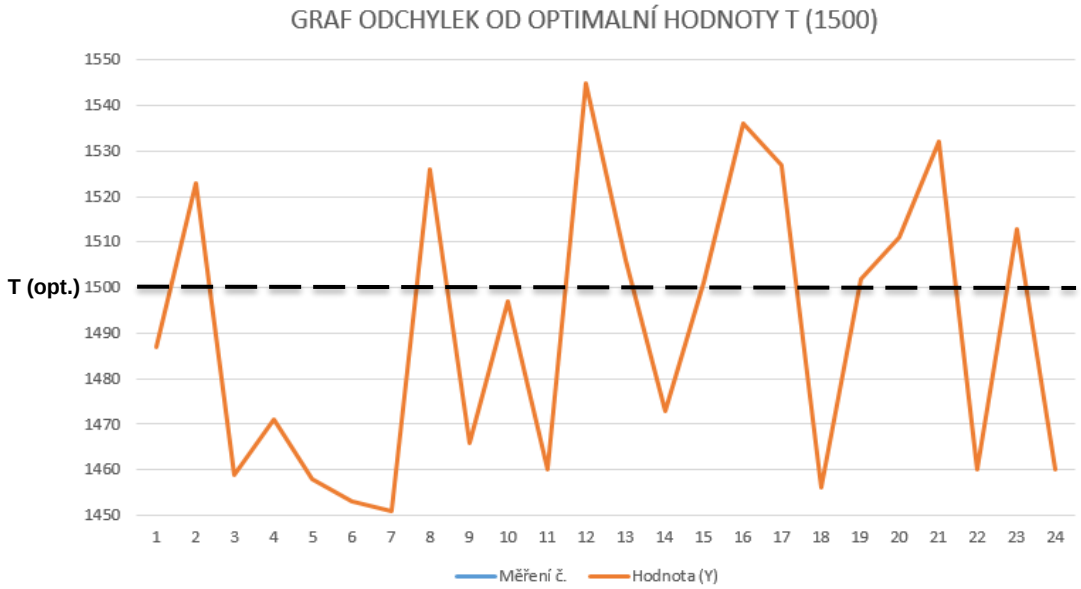
$$\boldsymbol{k = 0,8}$$

Po provedení tohoto výpočtu dosadíme hodnotu „*k“* do vzorce ztrátové funkce číslo sedm z teoretické části, který pak získá podobu: $L(Y) = 0{,}8 \times (Y - 1500)^2$. Za hodnotu Y dosazujeme čísla (viz Tab. 3), konkrétně sloupec pod názvem „Hodnota *(Y)“.* Součtem sloupců „*Ztráta L (Y)“* získáme celkovou ztrátu za všechna měření.

Tab. 3 Celkové ztráty ze sledovaných měření

Měření č.	Hodnota (Y)	Ztráta L (Y)		Měření č.	Hodnota (Y)	Ztráta L (Y)
1	1487	135 Kč		13	1506	29 Kč
2	1523	423 Kč		14	1473	583 Kč
3	1459	1 345 Kč		15	1501	1 Kč
4	1471	673 Kč		16	1536	1 037 Kč
5	1458	1 411 Kč		17	1527	583 Kč
6	1453	1 767 Kč		18	1456	1 549 Kč
7	1451	1 921 Kč		19	1502	3 Kč
8	1526	541 Kč		20	1511	97 Kč
9	1466	925 Kč		21	1532	819 Kč
10	1497	7 Kč		22	1460	1 280 Kč
11	1460	1 280 Kč		23	1513	135 Kč
12	1545	1 620 Kč		24	1460	1 280 Kč
ZTRÁTA CELKEM						19 444 Kč

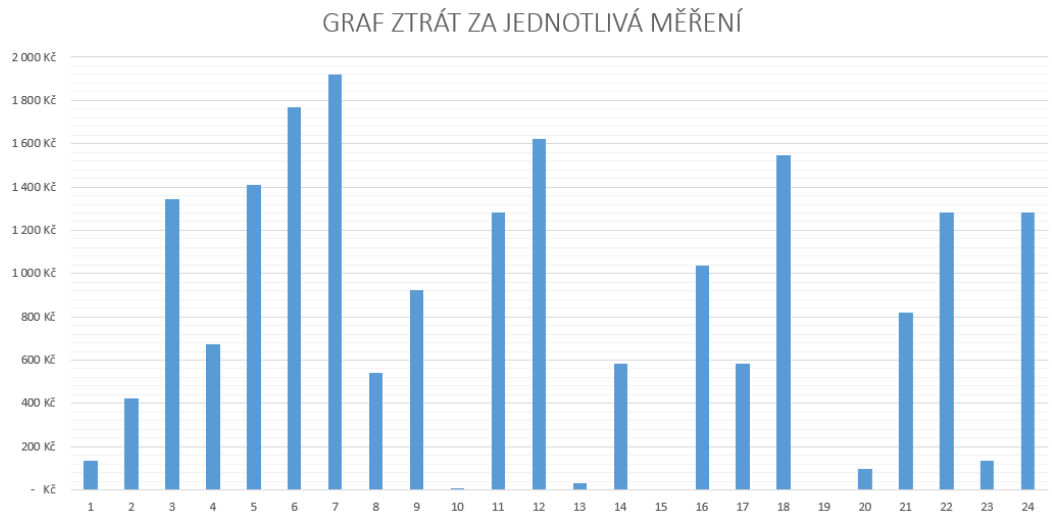
Na obrázku číslo jedenáct jsou pak zobrazeny odchylky od cílové hodnoty T (1500). Čím blíže je graf k ose T (opt.), tím je ztráta menší. Tedy nejmenší ztráta byla při měření č. 15 a naopak největší při měření č. 7.



Obr. 11 Odchylky od cílové hodnoty T

Měření probíhalo v průběhu celého roku a jeho odchylky jsou pro účely BP a demonstrování funkce značně předimenzované.

Ztráty za jednotlivá měření jsou vidět na obrázku číslo dvanáct. Je to ve své podstatě graf odchylek převedený na finanční ztrátu.



Obr. 12 Graf vyčíslení ztrát za jednotlivá měření.

Tento způsob vykazování je vhodný a zajišťuje velmi snadnou orientaci v hodnotách za jednotlivá měření nebo časová období. Firma na první pohled dokáže posoudit, zda provedená opatření nebo změny v procesu vedou ke snížení ztrát. Lze například vypočítat průměrnou ztrátu v minulých obdobích a v té výši vytvářet zálohy.

4.2 Náklady na kontrolu komponentů a způsob jejich výpočtu

Zmiňovaný blok motoru je u vozidel jedna z nejpodstatnějších částí a podléhá velmi silnému namáhání, proto jeho kvalita a celkové zpracování musí být excelentní. Je nutné jej monitorovat. Patří k součástem vozu, u kterých je nutná 100% kontrola. Je tomu tak z důvodu, že si společnost nemůže dovolit namontovat špatnou součástku do vozu, jelikož při namontování vadné jednotky hrozí trvalé poškození ostatních částí motoru a tím tak k majetkovým škodám majitele nového vozu. Tyto škody může způsobit právě nedodržení teploty při lití nebo nežádoucí přísady v kovu, ze kterého je blok vytvořen. Ve firmě byly tyto náklady za rok vyčísleny na 2 200 000 jednotek měny. V případě bloku motoru jsou náklady na 100 % automatickou kontrolu *Q* 400 000 Kč za rok. Roční produkce *R* je 3 500 000 kusů. Tolerance *d* pro teplotu lití je 50 stupňů celsia a její překročení *A* stojí 6000 Kč, kdy bereme v potaz veškeré činnosti jako je příprava směsi, její dopravení na místo lití, samotné lití a opotřebení výrobních strojů. Předpokládá se nulová chyba při měření.

V tomto případě je nutno použít modifikaci taguchiho ztrátové funkce, vzorec číslo pět z teoretické části, do kterého dosadíme hodnoty.

$$\boldsymbol{L = \frac{400\,000}{3\,500\,000} + \frac{6000}{50^2}\,.1}$$

$$\boldsymbol{L = \ 2,5\ Kč/ks}$$

Celkové náklady jsou pak vypočteny jako násobek celkové roční produkce a nákladu na kontrolu jednoho kusu.

$$\text{Celkové náklady} = \boldsymbol{3\,500\,000\ ks \times 2,5\ Kč}$$
$$= \boldsymbol{8\,750\,000\ Kč}$$

Vynaložením těchto nákladů firma eliminuje náklady na repasní pracoviště.

4.3 Optimalizace nákladů ve výrobě

V dílnách, kde firma ŠKODA AUTO a.s. vyrábí jedny z největších částí karoserie, je nutné sledovat a optimalizovat výrobní procesy. Plechové díly, které se následně navařují, šroubují a v některých místech lepí na samotný skelet karoserie a utváří siluetu vozu. Lis, do kterého se vkládá plech z role, zde vyrábí při pěti zdvizích 2 ks postranice za 2600 Kč. Kontrola se provádí jednou za hodinu vždy u jednoho výrobku dané série tak, že je-li jeden výrobek vadný, vyřadí se obě postranice, zastaví se lis a provede se jeho seřízení s nákladem 500 Kč. Funkční tolerance je 10 a počáteční výrobní tolerance 4. Za hodinu se vyrobí 600 ks, počet pracovních hodin za rok je 7300. Kontrola trvá 10 min a je zajištěna dodavatelsky, její cena je 1000 Kč. Chyby měření neuvažujeme, počáteční průměrný interval mezi opravami je 4 hodiny. Firma neprovádí 100 % kontrolu a mezi dvěma kontrolami je n-výrobků. Nyní je třeba určit celkové náklady v roce X1.

Tab. 4 Vstupní zdroj dat

A	(2.2600) 5200
B	1000
C	500
n	600
u	(4.600) 2400
d	10
D	4
z	((600/60)x10) 100
sm	

Dosazení do vzorce číslo jedna z teoretické části:

$$\boldsymbol{L_0 = \frac{1000}{600} + \frac{500}{2400} + \frac{5200}{10^2} \cdot \frac{4^2}{3} + \frac{5200}{10^2} \cdot \frac{4^2}{2400} \cdot \left(\frac{600+1}{2} + 100 \right)}$$

$$\boldsymbol{L_0 = 418,2216667\ Kč/ks}$$

Z vypočtených hodnot lze získat konkrétní hodnoty vyjádřené v penězích na kusy:

Cena kontroly $\frac{B}{n} = \frac{1000}{600} \approx \mathbf{1,67}$
Cena opravy $\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{u}} = \frac{500}{2400} \approx \mathbf{0,28}$
Ztráty z nepřesné výroby $\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{d}^2}.\frac{\mathrm{D}^2}{3} = \frac{5200}{10^2}.\frac{4^2}{3} \approx \mathbf{0,21}$
Ztráty za neshodné produkty $\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{d}^2}.\frac{\mathrm{D}^2}{\mathrm{u}}.\left(\frac{\mathrm{n}+1}{2}+\mathrm{z}\right) = \frac{5200}{10^2}.\frac{4^2}{2400}.\left(\frac{600+1}{2}+100\right) = \mathbf{0,14}$
Ztráty z nepřesnosti měření ----------

Tab. 5 Detail jednotlivých částí vzorce

Tento vzorec byl nyní aplikován na naměřené hodnoty ve firmě ŠKODA AUTO a.s.. Otázkou je v praxi jak často kontrolovat a s jakou přesností. Vzorec nabízí možnost výpočtu optimálních hodnot, jak často a s jakou přesností provádět kontrolní měření. Totožný vzorec číslo jedna z teoretické části pouze pozměněn ve vyznačení optimalizovaných hodnot pomocí symbolu $*$ v horním indexu.

$$\boldsymbol{L = \frac{B}{n*} + \frac{C}{u} + \frac{A}{d^2}.\frac{D*^2}{3} + \frac{A}{d^2}.\frac{D*^2}{u}.\left(\frac{n*+1}{2} + z\right)}$$

Z původního vzorce číslo jedna se pomocí parciální derivace odvodí vzorec pro optimální hodnoty n*, u a D*. Využijeme vzorec číslo dva z teoretické části.

$$\boldsymbol{n^* = \sqrt{\frac{2.2400.1000}{5200}}.\frac{10}{4}}$$

$$\boldsymbol{n^* = 76}$$

Pro výpočet optimální výrobní tolerance zvolíme vzorec číslo tři:

$$D^* = \sqrt{\frac{3.500.4^2.10^2}{5200.2400}}$$

$$D^* \approx 0,44$$

Posledním výpočtem je odhad průměrného počtu výrobků mezi dvěma poruchami, který se vypočítá podle vzorce číslo čtyři:

$$u^* = \frac{0,44^2}{4^2} .2400$$

$$u^* = 29$$

Dle výpočtů se snížil kontrolní interval n^* z 600 kusů na 76 kusů, optimální výrobní tolerance se snížila z hodnoty 4 na hodnotu 0,44. Nyní vypočtené optimální hodnoty dosadíme do původního vzorce číslo jedna:

$$L = \frac{1000}{76} + \frac{500}{29} + \frac{5200}{10^2} . \frac{0,44^2}{3} + \frac{5200}{10^2} . \frac{0,44^2}{29} . \left(\frac{76+1}{2} + 100 \right)$$

$$L = 81,834566\ Kč/ks$$

Rozdílem vypočtených ztrátových funkcí lze zjistit celkové úspory za jeden rok.

$$L_0 - L = 418,2216667 - 81,834566$$

$$L = 336,3871007\ Kč/ks$$

Když toto číslo vynásobíme počtem vyrobených kusů za hodinu a počtem celkových pracovních hodin v roce dostaneme výsledek celkové finanční úspory při použití optimalizačních vzorců taguchiho ztrátové funkce.

$$= 336,3871007 . 600 . 7300$$

$$\cong 1\ 471\ 680\ 000\ Kč$$

Cena celkové produkce v tomto roce byla 22,776 mld. Kč a správným nastavením se podařilo ušetřit přes 1,471 mld. Kč.

4.4 Eliminace nákladů na kvalitu pomocí kontrolních intervalů

Pomocí kontrolních intervalů a jejich pravidelné úpravy lze docílit nižších nákladů. Parametry pro vzorový výpočet zůstávají stejné:

Tab. 6 Vstupní zdroj dat

A (ztráta při překročení d) 5200	B (cena kontroly) 1000
C (cena opravy) 500	n (kontrolní interval) 600
u (průměrný interval mezi poruchami) 2400	z (počet zmetků během kontroly) 100

Pro tento výpočet použijeme vzorec číslo šest a dosadíme do něho připravené parametry:

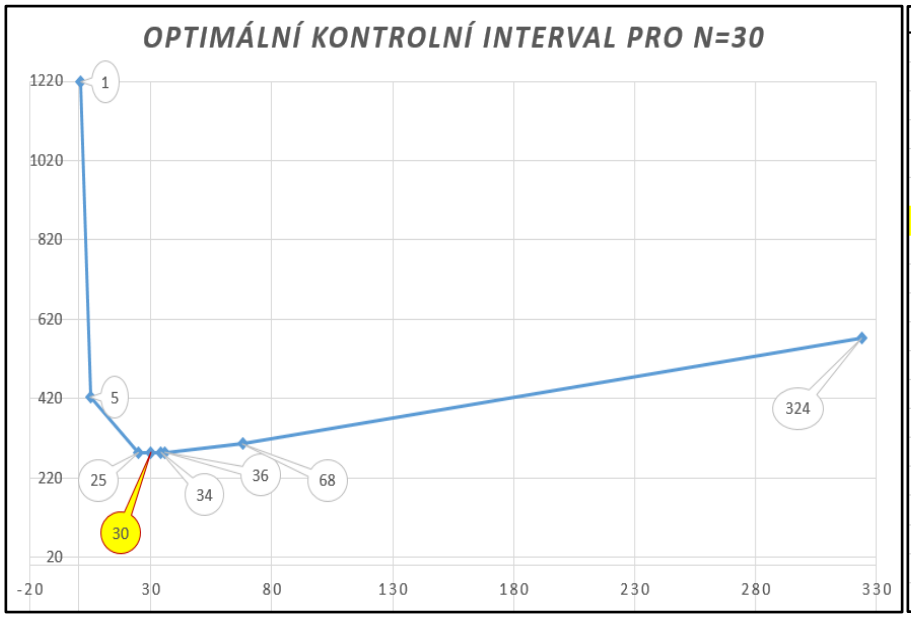
$$L = \frac{1000}{600} + \frac{500}{2400} + \frac{600+1}{2} \cdot \frac{5200}{2400} + \frac{100.5200}{2400}$$

$$L = 869,62 \; Kč/ks$$

Nyní lze využít vzorec číslo dva pro optimalizaci kontrolních intervalů a snížení nákladů. Po dosazení do tohoto vzorce vypočítáme optimální kontrolní interval.

$$n^* = \sqrt{\frac{2.2400.1000}{5200}}$$

$$n^* = 30$$



	n	L
	1	1219
	5	423
	25	285
	27	284
	28	284
	29	283,858
optimal.	30	283,791
	31	283,799
	32	283,875
	34	284
	36	285
	68	306
	324	572
	505	767
	550	816
	600	870
	635	907
	643	916
	786	1071
	940	1237

Obr. 13 Graf ztrát pro jednotlivé počty kontrolních intervalů

Tento vzorec poskytne odpověď na otázku, jaký je optimální interval, zároveň ale přehlíží vliv parametrů *z, C, u*. Je proto nutné použít obsáhlejší vzorec, který vychází ze vzorce číslo dva, a který zahrne v potaz i tyto parametry:

$$n^* = \sqrt{\frac{2.(u+z).B}{\frac{A-C}{u}}}$$

$$n^* = \sqrt{\frac{2.(2400+100).1000}{\frac{5200-500}{2400}}}$$

$$n^* \cong 505$$

Dosadíme do vzorce jedna a následně vypočteme hodnotu s optimalizovanými parametry pro výpočet celkových nákladů na kvalitu:

$$L = \frac{1000}{505} + \frac{500}{2400} + \frac{505+1}{2} . \frac{5200}{2400} + \frac{100.5200}{2400}$$

$$L = 767,02 \text{ Kč/ks}$$

Optimální kontrolní interval je 505 časových jednotek, při tomto intervalu má za daných podmínek ztrátová funkce nejmenší hodnotu.

4.5 Výsledek použití taguchiho ztrátové funkce

Výstupem tohoto návrhu je potenciální úspora a další způsob sledování nákladů, které může firma ŠKODA AUTO, a.s. při úspěšné aplikaci ztrátové funkce dosáhnout. V první části návrhu na zlepšení byl představen způsob pro monitorování finančních ztrát na příkladu překročení v mezích odchylek d od požadované hodnoty T, který je vhodný použít pro získání představy o kolísání odchylek od ideálního stavu ve výrobě a pro povědomí o finančním zatížení plynoucí z těchto ztrát. Dále se podařilo pomocí vzorce odvozeného od taguchiho ztrátové funkce tyto náklady vyčíslit na konkrétní roční produkci, kdy bylo zjištěno, že původní vyčíslení nákladů odpovídá pouze reálným škodám, v našem případě by to byly škody mimo toleranci. Uvedený výpočet je přesnější a vnímá škody v rámci tolerance. Blok, který je v toleranci, je nyní v pořádku, ale v průběhu času bude s bloky, které jsou na hranicích tolerancí nejspíše problém, čili škody budou vyšší a výpočet již nyní varuje před těmito potížemi. Následně autor dokázal využití funkce nejen v hutích, ale i v lisovně. Pomocí výpočtu optimálního kontrolního intervalu a optimální výrobní tolerance klesly původní ztráty ze 418 jednotek měny na pouhých jednaosmdesát. Podařilo se ušetřit přes 1,4 mld. Kč. V posledním případě byl použit postup na redukci nákladů v případě, že se vyskytne neměřitelná charakteristika kvality. Též se podařilo pomocí úpravy kontrolního intervalu a započtení vlivu všech parametrů dosáhnout nejnižší hodnoty ztráty a tím zredukovat náklady na zajištění kvality.

Závěr

V teoretické části bakalářské práce byl definován pojem kvalita a management kvality. Dále byly představeny přístupy metody a analytické nástroje pro zajišťování kvality. Poté následovalo představení nákladů spojené s kvalitou a modely řízení těchto nákladů. V závěru teoretické části byla vysvětlena taguchiho ztrátová funkce. Na začátku samotné analytické části práce byla obecně představena firma ŠKODA AUTO a.s., stručně charakterizována její historie a základní členění firmy na jednotlivé oblasti se jmény osob představenstva, které za jednotlivé části zodpovídají. V další části byly představeny náklady na kvalitu ve výrobě komponentů, náklady na prevenci a detekci. Poté se pozornost přesunula k matici základních druhů nákladů ve výrobě komponentů, které jsou ve firmě sledovány, obsahující vyhodnocení a předpověď na rok 2020. Následující kapitoly vysvětlily jednotlivé části této matice a uvedly jakým způsobem, a které oddělení se danými náklady zaobírají. Závěrečná praktická část obsahovala návrh na vytvoření nového způsobu, jehož smysl by spočíval v řešení nákladů na kvalitu. Ten umožní evidenci a kontrolu nákladů komplexním způsobem za celou firmu pomocí využití zmiňované taguchiho ztrátové funkce. Pomocí upravených reálných dat, byla prokázána funkčnost této ztrátové funkce. Podařilo se tím doložit potenciální možné nasazení v praxi ve ŠA. S pomocí výpočtů a grafů autor demonstroval optimalizaci výrobních nákladů komponentů, příležitost zlepšit finanční situaci firmy a možnost napomoci k lepší kontrole a rozhodování.

Seznam literatury

NENADÁL, J. Management kvality pro 21. století. 1. vyd. Management Press, 2018. 366 s. ISBN 978-80-7261-561-2.

STAMATIS, D. H. Quality Assurance, Applying Methodologies for Launching New Products, Services, and Customer Satisfaction. Boca Raton, FL, USA: CRC Press Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 978-1-4987-2868-3.

TOŠENOVSKÝ, Jaroslav, NOSKIEVIČOVÁ, Darja. Statistické metody pro zlepšování jakosti. Montanex a.s., 2000. ISBN 80-7225-040-X.

NENADÁL, J. a kol. Moderní management jakosti. Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.

NENADÁL, J. Měření v systémech managementu jakosti. 1. vyd. Praha: Management Press, 2001. ISBN 80-7261-054-6.

NENADÁL, J., et al. Moderní systémy řízení jakosti – Quality Management. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2002. 282 s. ISBN 80-7261-071-6.

QM PROFI [online]. Praha 6: Verlag Dashöfer, 2009 [2019-07-15]. Dostupné z: https://www.qmprofi.cz

DUDEK, Martin. Proces schvalování dílů k sériové výrobě (PPAP). Kvalita jednoduše [online]. 2014 [cit. 2018-07-18]. Dostupné z: http://kvalitajednoduse.cz/ppap/

METROLOG SK [online]. Mladá Boleslav: David Macoun, ŠKODA AUTO, a.s., 2018 [2018-09-21]. Dostupné z: http://metrolog.sk/wp-content/uploads/2018/10/%C5%A0koda-M.pdf

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1 Ishikawa diagram 11

Obr. 2 Plánování kvality postupem APQP 15

Obr. 3 Cyklus PDCA 16

Obr. 4 Graf odchylek od bodu T 25

Obr. 5 Graf nesymetrických odchylek od bodu T 27

Obr. 6 Graf tolerance typu S 28

Obr. 7 Graf tolerance typu L 28

Obr. 8 Schéma členů představenstva 31

Obr. 9 Pyramida metrologie 35

Obr. 11 Odchylky od cílové hodnoty T 43

Obr. 12 Graf vyčíslení ztrát za jednotlivá měření 44

Obr. 13 Graf ztrát pro jednotlivé počty kontrolních intervalů 49

Seznam tabulek

Tab. 1 rozdělení odpovědností na náklady na prevenci 32

Tab. 2 rozdělení odpovědností na náklady na detekci 33

Tab. 3 Celkové ztráty ze sledovaných měření 43

Tab. 4 Vstupní zdroj dat 46

Tab. 5 Detail jednotlivých částí vzorce 47

Tab. 6 Vstupní zdroj dat 49

Seznam příloh

Příloha 1 Matice druhů nákladů na kvalitu ve výrobě 56

Příloha 2 Vyhodnocení matice druhů nákladů na kvalitu ve výrobě 57

Příloha 3 Katalog školení firemní kvality ŠKODA AUTO a.s..... 58

ŠKODA AUTO a.s.

Metodický pokyn

Methodische Anweisung / Methodical Guideline

MP.1.115

Příloha č. 1: „Matice druhů nákladů na kvalitu ve výrobě“

Matice druhu nákladů „**Výroba komponentů**“ (PK)

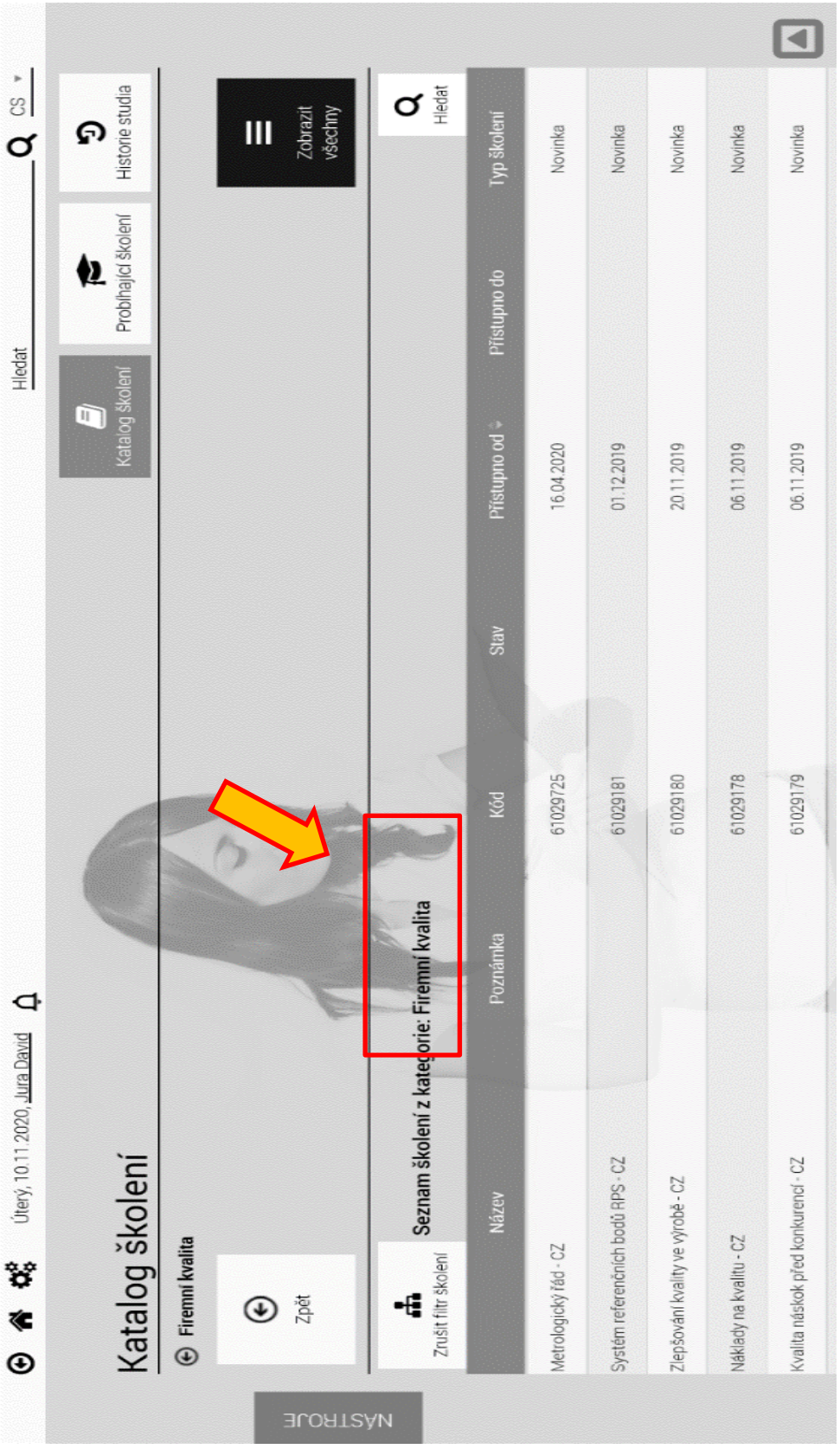
Typ nákl.	**Název sledované položky:**	**Jednotka**	**Zodp.**	**Poznámka**
P	Náklady na metrologii (externí kalibraci)	Kč	PKT, PKD/3	Roční sledování externích kalibrací
P	Školení (NS)	Kč	FCP-2	Celkové roční náklady ze SAP
D	Interní náklady na neshodný výrobek	Kč, ks, %	OJ	Náklady na zmetky měsíční zpráva z technické kontroly
D	Reklamace na výrobek	Kč, ks	PKL, PKD/2	Reklamace (zatíženky) z koncernových závodů (ZP7)
D	Reklamace na dodavatele	ks	GQH	Data z KPM
D	Náklady na repasní pracoviště	Kč	FCP-2	Personální resp. režijní náklady NS 2322 Personální náklady pro VD dle NO PSI pro repasní pracoviště NS 2415(PKD)
D	Prostoj	Min.	PKT, PKD/3, PKG	Prostoje ze systému AMU

Příloha 2 Vyhodnocení matice druhů nákladů na kvalitu ve výrobě

Matice druhů nákladů na kvalitu ve výrobě - PK-MB výroba komponentů

Výroba (přepočtený agregát):				832 281		903 560		904 326		878 071		711 676	
WK dle Rozpočtu (CZK/EUR):				27,0		27,0		26,0		26,0		26,0	
Typ nákladů	Název sledované položky	Jednotka	Zodp.	Náklady (tis. Kč)									
				Skutečnost 2016		Skutečnost 2017		Skutečnost 2018		Skutečnost 2019		Předpověď 2020	
				tis. CZK	CZK/PA	tis. CZK	CZK/PA	tis. CZK	CZK/PA	tis. CZK	CZK/PA	tis. CZK	CZK/PA
P	Náklady na metrologii (ext. kalibraci)	Kč	PKD/3, PKT	12 808	15	12 612	14	15 255	17	13 827	16	14 848	17
P	Školení (NS)	Kč	FCP-2	1 622	2	1 466	2	837	1	925	1	553	1
D	Interní náklady na neshodný výrobek	Kč	OJ	90 300	108	81 000	90	71 669	79	74 006	84	66 298	76
D	Reklamace na výrobek	Kč	PKL, PKD/2	79 279	95	59 366	66	16 757	19	25 598	29	28 146	32
D	Reklamace na dodavatele	Kč	GQH	4 207	5	6 974	8	6 851	8	17 388	20	9 014	10
D	Náklady na repasní pracoviště	Kč	FCP-2	45 114	54	62 607	69	55 937	62	79 284	90	49 185	56
D	Prostoj	Min.	PKT, PKD/3, PKG	1 641 690	2	1 425 743	2	1 134 120	1	1 018 173	1	919 000	1

Příloha 3 Katalog školení firemní kvality ŠKODA AUTO a.s.



ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	**David Jura**		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	**6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality**		
NÁZEV PRÁCE	**ŘÍZENÍ KVALITY PRODUKTU V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU Z EKONOMICKÉHO POHLEDU**		
VEDOUCÍ PRÁCE	**Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D., EUR ING**		
KATEDRA	**KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality**	**ROK ODEVZDÁNÍ**	**2020**

POČET STRAN	**60**
POČET OBRÁZKŮ	**13**
POČET TABULEK	**6**
POČET PŘÍLOH	**3**

STRUČNÝ POPIS	Téma této bakalářské práce je zaměřeno na ekonomiku kvality a její řízení. Poukazuje na způsoby sledování a vyhodnocování nákladů v automobilovém průmyslu při zajišťování kvality. Cílem je popsat procesy a metody, které jsou klíčové pro správné rozhodování a nastavení strategie firem v automobilovém průmyslu v oblasti dosahování kvality. Analytická část věnuje pozornost současné oblasti nákladů, na které klade ŠKODA AUTO a.s. důraz. Popisuje tyto oblasti a uvádí, jaké kroky jsou nutné k vyhodnocení finanční výše. Při návrhu řešení jsou využity taguchiho metody, konktrétně taguchiho ztrátová funkce, která se zmiňované problematice věnuje. Použitím těchto metod je v návrhu řešena modelová situace, která odpovídá reálným případům ve firmě a tím demonstruje jeden z dalších způsobů, jak je možné k problematice přistupovat.
KLÍČOVÁ SLOVA	Ekonomika kvality, procesy, přístupy a metody pro zajištění požadované úrovně kvality, taguchiho ztrátová funkce, matice druhů nákladů na kvalitu.

ANNOTATION

AUTHOR	**David Jura**		
FIELD	**6208R186 Business Administration and Operations, Logistics and Quality Management**		
THESIS TITLE	**PRODUCT QUALITY CONTROL IN AUTOMOTIVE INDUSTRY FROM ECONOMIC PERSPECTIVE**		
SUPERVISOR	**Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D., EUR ING**		
DEPARTMENT	**KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management**	**YEAR**	**2020**

NUMBER OF PAGES	**60**
NUMBER OF PICTURES	**13**
NUMBER OF TABLES	**6**
NUMBER OF APPENDICES	**3**

SUMMARY	The topic of this bachelor thesis is focused on the economics of quality and its management. It points out ways of monitoring and evaluating costs in the automotive industry in quality assurance. The aim is to describe processes and methods, which are the key ones for making the right decisions and for setting up the company's strategie in the automotive industry in the field of quality. The analytical part pays attention to the current area of costs, which is emphasized by ŠKODA AUTO a.s. It describes these areas and indicates what steps are necessary to evaluate the financial amount. Using these methods, the proposal addresses a model situation that corresponds to real cases in the company in order to demonstrate one of the other ways in which it is possible to approach the issue.
KEY WORDS	Economics of quality, processes, approaches and methods for ensuring the required level of quality, taguchi loss function, matrix of types of quality costs.