



DISERTAČNÍ PRÁCE

ŘÍZENÍ PROCESŮ Z HLEDISKA VSTUPNÍ KVALITY

Autor: Ing. Eva Just

Školitel: Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.

Plzeň, 2014

PROHLÁŠENÍ:

Předkládám k posouzení a obhajobě svoji disertační práci zpracovanou na závěr kombinovaného doktorského studia na Katedře technologií a měření, Fakulty elektrotechnické Západočeské Univerzity v Plzni.

Prohlašuji zároveň, že jsem tuto práci vypracovala výhradně samostatně na základě výzkumu, rešerší v oblasti procesního řízení, nabytých znalostí a s použitím dostupných pramenů a odborné literatury, uvedených v seznamu použité literatury, který je součástí této práce.

V Plzni, dne 30. 04. 2014

.....

Eva Just

PODĚKOVÁNÍ:

Ráda bych upřímně poděkovala všem, kteří svými radami, kritikou či připomínkou přispěli ke správnému směru moji disertační práce. V úvodu bych tímto ráda zmínila mého školitele doc. Ing. Vlastimila Skočila, CSc, stejně jako odbornou komisi při obhajobě rigorózní práce v květnu 2012.

Anotace:

Disertační práce se zaměřuje na využití procesního řízení vstupní kvality pro nakupované díly. Výsledkem práce je návrh nové metodiky řízení kvality v nesériové výrobě a její zavedení do praxe.

V úvodu práce jsou popsány teoretické a základní charakteristiky procesů a procesního řízení, obecný model a postup při aplikaci procesů, optimalizací, měření, proces stálého zlepšování procesů a základní problémy související s aplikací procesního řízení. Aplikací procesního řízení by mělo být dosaženo zlepšení kvality, časů, nákladů a samotných procesů. V dalších kapitolách je zhodnocena výchozí situace, současné problémy a jsou definovány cíle i motivace disertační práce. Použité metody a nástroje tvoří další důležitou část disertační práce.

Cílem práce je navrhnout vhodné metodiky, zavedení zvolené varianty metodiky procesního řízení do praxe a ověřit její přínos. Návrh metodiky může vycházet z metod zavedených v sériových výrobních závodech, které ale v oblasti nesériových výrob nemají doposud vhodné standardizované postupy a procesy. Navrhovaná metodika využívá kombinaci dostupných nástrojů řízení kvality a metod, které jsou obohaceny zkušenostmi z výzkumu během zavádění v nesériové výrobě. Metodika je nazvána jako SQWE a aplikována v oblasti řízení kvality a procesů nakupovaných dílů. Dílčím cílem aplikace je demonstrovat řešení problému související s kusovou výrobou konkrétně během praxe.

V závěru práce jsou posouzeny výsledky, přínosy navržených metodik pro SQWE pro oblast nesériových výrob. Výsledky práce lze použít nejen pro výrobu zařízení pro využití větrné energie, ale i modifikovat pro praxi u jiných typů nesériových výrob.

Klíčová slova:

Řízení procesů, vstupní kvalita, systém řízení kvality, větrná energie, optimalizace procesů, nesériová výroba, zajištění kvality, vstupní kvalita

Zusammenfassung:

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Entwicklung einer geeigneten Methodik zur Prozesssteuerung der "Qualitätssicherung Fremdbezug" in der Nicht-Serienfertigung, deren Einführung in die Praxis und Erprobung.

Im ersten Teil der Arbeit werden theoretische Prozesseigenschaften allgemeiner Modelle, Charakteristika und Steuerungsmethoden vorgestellt. Weiterhin diskutiert werden Möglichkeiten der Implementierung, Prozessverbesserungen und der kontinuierliche Verbesserungsprozess. Die folgenden Kapiteln widmen sich der Beschreibung konkreten Ausgangssituation, Problemen, Festlegung der Zielen und Motivatoren der Dissertation. Die angewandten und entwickelten Methoden bilden die weiteren wichtigen Bestandteile der Arbeit.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung der geeigneten Methodik für die industrielle Anwendung in Nichtserien Betrieb. Die zu Grunde liegende Methodik kann auf bekannten Modellen aus der automobilen Groß-Serienfertigung basieren, wurde bisher allerdings noch nicht auf die Nicht-Serienfertigung appliziert. Die vorgeschlagene neue Methodik SQWE baut auf vorhandenen Werkzeugen und Prozessen auf und wird um die einschlägigen Praxiserfahrungen aus dem Nicht-Serienfertigungsbereich in der Qualitätssicherung Fremdbezug. Um die nachhaltige Verbesserung von einschlägigen Prozessparametern (Qualität, Zeiten, Kosten) sowie der Prozesse selbst (CIP) zu vertiefen, ist es erforderlich neue Methoden zu entwickeln und zu implementieren,

Zum Abschluss der Arbeit werden die gewählte Herangehensweise beschrieben, die darauf aufbauende Erweiterung mit Feedback Regelung sowie die finale Implementierung in Form des Qualitätsmanagement für die Wareneingangsprüfung und Qualitätssicherung. Ergebnisse und Nutzwert der Methodik SQWE kann man in der modifizierten Form für weitere Bereichen ausbauen.

Schlüsselworte:

Prozesssteuerung, Wareneingang, Wareneingangsprüfung, Qualitätsmanagement System, Windenergie, Prozessoptimierung, Nicht-Serienfertigung, Qualitätssicherung Fremdbezug

Annotation:

The given work focuses on the development of a suitable method for process control of the quality assurance of external procurement in non-serial production.

The first part of this work comprises the theoretical process properties of general models, characteristics and control methods as well as optimization and procedure during the implementation itself. More, possible implementation approaches, process improvements and the continuous improvement process are discussed. The next chapter describes the actual situation and its position, problems as well as the main goals and motivation of the thesis. The used and defined methods are the next important part of the work.

The main goal of the thesis is to define the suitable methods, their introduction and their validation during application. The basic models base upon well-known models of automotive serial production, but haven't yet been applied to non-serial production processes. The proposed new method SQWE builds on commonly used tools and processes and will be extended by using practical experience from the non-serial production of wind energy gearboxes. The subsequent chapters demonstrate the practical application of the developed method SQWE in industrial manufacturing using the example: quality assurance external procurement and incoming inspection. Main benefit of the developed method is the sustainable improvement of relevant process parameters (quality, time, costs) as well as the processes themselves (CIP).

The chosen approach and the following extension, using feedback regulation circles as well as the final implementation into a quality management handbook are given. Results and possible transfer to similar non-serial production processes will be discussed.

Key words:

Process control, incoming quality, quality management system, supplier quality, wind energy, process optimization, non-serial production, supplier quality assurance

Obsah

1.	Úvod.....	9
2.	Teorie procesního řízení	10
2.1.	Charakteristika procesů a historie	10
2.1.1.	Základní pojmy, vlastnosti a hierarchizace procesů.....	11
2.1.2.	Životní cyklus procesu.....	13
2.1.3.	Klasifikace procesů	15
2.2.	Obecná aplikace procesního řízení.....	18
2.2.1.	Identifikace procesů a vazeb mezi nimi.....	18
2.2.2.	Definování cílů řízení procesů.....	18
2.2.3.	Modelování a optimalizace procesů	19
2.2.4.	Kontrola a měření procesů, výkonnost procesů	20
3.	Současný stav.....	22
3.1.	Obecné požadavky	22
3.2.	Identifikace základních problémů	22
4.	Cíle a motivace disertační práce	25
5.	Použité metody	27
6.	SQWE – řešení vstupní kvality pro nesériovou výrobu	35
6.1.	Popis vlastního řešení.....	35
6.2.	Plánování kvality	38
6.2.1.	Obecná charakteristika přejímek.....	38
6.2.2.	Vypracování plánů kvality a opatření pro zlepšování	39
6.3.	Vstupní kontrola	43
6.4.	Zavedení a stanovení opatření k zajištění kvality.....	46
6.5.	Definování ukazatelů zajištění kvality a jejich aplikace	53
6.5.1.	Definování kvalitativních ukazatelů vstupní kvality.....	55
6.5.2.	Definování kvantitativních ukazatelů pro určení vstupní kvality	59
6.5.3.	Definování strategických ukazatelů vstupní kvality	60
6.6.	Optimalizace procesů.....	63
6.6.1.	Optimalizace procesů s nedosaženými cíli	64
6.6.2.	Optimalizace ostatních procesů	71
6.7.	Dosažené výsledky	75
6.8.	Optimalizace procesů v preventivní činnosti	76
6.8.1.	Postup hodnocení způsobilosti procesů v nesériové výrobě.....	79
6.8.2.	Preventivní program nesériové výroby.....	83
6.9.	Purchasing Quality a její role	86
7.	Doporučení pro nesériovou výrobu	90

7.1.	Navržený postup	90
7.2.	Rozdíly a shody se sériovou výrobou.....	94
8.	Závěr.....	96
9.	Legenda - zkratky, pojmy a organizace.....	99
10.	Literatura.....	104
11.	Seznam aktivit autora vztahující se k tématu disertační práce.....	106
	Příloha: Checklist pro zavedení STL a CTM.....	108
	Příloha: 8D report	112
	Příloha: Zjednodušená analýza pro náhodné výskyty	113
	Příloha: QCC = Quality Chart	114
	Příloha: Větrná energie.....	115

1. Úvod

Procesní řízení v posledních letech zaujímá přední příčku významnosti u výrobních i nevýrobních organizací. Prudký rozvoj i pokroky v oblasti řízení procesů podpořené procesem neustálého zlepšování se vyrovnat konkurenci, zaznamenáváme posledních několik let.

Procesní řízení neboli Business Process Management (ve zkratce BPM) je manažerská disciplína i technologie opřená o uchopení struktur firmy, jejího řízení prostřednictvím modelu a záměru, který vychází z cílů organizace, jejích znalostí, strategie a infrastruktury a opírá se o hodnototvorné procesy. [1]

Zavádění procesního řízení představuje integraci poznatků více oborů do jednotného celku. Například pro výrobu mechanických bloků se jedná konkrétně o aplikacích poznatků technologie, statistiky, procesního řízení, řízení rizik a řízení kvality.

Základní model procesního řízení v organizaci je popsán v normě ISO 9000 i normě ISO/TS 16949. Mezi nejdůležitější procesy v organizaci patří uspokojování potřeb zákazníka, tzn. v praxi: marketing, výzkum a vývoj, nákup materiálu a služeb, skladování, výroba, balení, controlling, expedice, instalace, servis. Procesy ve skutečné konkrétní organizaci však bývají složité a strukturované.

Procesní řízení má velké uplatnění právě v průmyslu, kde je třeba neustále vyvíjet a vyrábět výrobky schopné konkurence za nízkou cenu a se stoprocentní kvalitou a nabízet adekvátní servis.

V předkládané práci je pro orientaci a pochopení tematiky nejprve definována problematika řízení procesů a činností vstupní kvality v oboru výroby převodovek větrných elektráren, stejně jako stručné představení oboru výroby zařízení pro využití větrné energie, která zaujímá v současné době důležité zastoupení v této oblasti.

Jádrum práce je kapitola zabývající se konkrétními procesy v oblasti zajištění kvality nakupovaných dílů ve vstupní kontrole a principy řízení těchto procesů. Optimalizace procesů, návrh řešení výchozí situace, zavedení ukazatelů procesů a jejich sledování jsou součástí jádra disertační práce.

Dále následuje shrnutí poznatků, splnění cílů, návrh a doporučení pro praxi. V závěru práce jsou uvedeny použité prameny, literatura a seznam zkratek užívaných v disertační práci.

2. Teorie procesního řízení

2.1. Charakteristika procesů a historie

Slovo PROCES je latinského původu, znamená a vyjadřuje postup, pochod, vývoj a přechod. Definice procesu je složitá, existuje nesčetné množství teorií dle využití a oboru, avšak všechny mají společnou jednu vlastnost, charakteristiku procesu v souvislosti se změnou stavu. [1]

Jak tedy je možné definovat proces?

- Proces je definován jako prostorová a časová změna stavu ze vstupní pozice do cílové pozice působením vnějších vlivů náhodného i záměrného charakteru
- Proces je v informatice název pro spuštěný počítačový program. Proces je umístěn v operační paměti počítače v podobě sledu strojových instrukcí vykonávaných procesorem. Obsahuje nejen kód vykonávaného programu, ale i dynamicky měnící se data, která proces zpracovává...
- Proces je posloupnost činností, které mají svůj jednoznačně definovaný výstup a také způsob, jakým je výstup předáván jeho uživateli.
- Podle normy ISO 9000:2001 se procesem rozumí systém činností, který využívá zdroje (pracovníky, materiál, zařízení, stroje, metody, postupy a prostředí) pro přeměnu vstupů na výstupy. Proces má vždy jasně vymezený začátek, určitý počet kroků (podprocesů) a jasně vymezený konec.
- Proces je soubor činností, které vyjadřují minimálně jeden nebo více vstupů pro přeměnu na výstupy pro konečného zákazníka.
- Proces může být definován jako sled vzájemně závislých a propojených postupů, které v každé fázi konzumují jeden nebo více zdrojů (čas zaměstnance, energie, stroje, peníze) na konverzi vstupů (data, materiál, díly, atd.) do výstupů. Tyto výstupy pak slouží jako vstupy pro další fázi, dokud známý cíl není dosažen.
- Proces je definován jako způsob práce, který přidává hodnotu organizaci a je na něj pohlíženo od vstupu až po výstup.
- Proces je sekvence činností s přesně definovaným a naplánovaným sledem činností za účelem přeměny vstupu ve výstup. [2]

Co tyto na pohled různé definice říkají, a je možné najít souvislosti mezi jednotlivými výroky výše uvedených. Odpověď je jednoznačně ano. Ve všech uvedených definicích jsou podobnosti patrné, u všech je možné najít vstup, činnost a výstup. Procesy můžeme tedy definovat jako jevy a události, které se působením vlivů přemění, neboli transformují vstup na výstup. [1]

Procesy provázejí člověka na každém kroku, zejména:

- Biologické procesy jako fotosyntéza, vytváření vodních zásob
- Lidské procesy jako obstarání potravy, spánek, stárnutí

S procesy se tedy setkáváme tedy od nepamětí. Kdy se ale staly procesy a procesní řízení součástí vědy? A proč je v dnešní době kladena taková pozornost a vysoké nároky na procesní řízení?

Procesy jako takové existovaly vždy, jen byly zatlačeny do pozadí, nebyly však identifikovány ani popsány, ani neměly stanoveného zodpovědného vlastníka. Přesto se již brzy začaly rodit iniciativy, směřující k procesnímu řízení (Business Process Management).

Historie procesního řízení je dlouhá a bohatá. Její první období začalo v průběhu dvacátých let 20. století, kdy převládaly teorie Fredericka Taylora o vědeckém řízení. [1]

Druhá vlna byla charakteristická ručním reengineeringem procesů a pomocí někdejších unifikačních aktivit dospěla k dnešní technologii aplikačních softwarových balíků. [2]

Třetí vlna přinesla s nástupem informační éry proveditelné, počítačovými modely podpořené procesy, které umožnily modelovat různé scénáře provádění procesů, jejich statické i dynamické analýzy, na základě, kterých se rozhodovalo, která z navržených variant změněného procesu nejlépe odpovídá plnění podnikatelských záměrů firmy. To umožnilo velmi flexibilní a rychlé změny firemních procesů, reagující na změny v chování zákazníků, což byl rozhodující krok směrem k procesní inovaci. [2]

Každé období rozvoje procesního řízení přidalo k těm předchozím nové možnosti. Z předchozího velmi krátkého pohledu do historie je zřejmé, že teprve nástup informačního věku umožnil přechod na procesní řízení rozhodujících (tzv. realizačních) procesů a nástup iniciativ, zaměřených na průběžné zlepšování jejich výkonnosti z hlediska časových cyklů a nákladů.

V 80. letech minulého století dochází k prohlubování oblasti a zájmu o procesy a procesní řízení. V dnešní době se s tímto oborem setkáváme běžně jako součástí vědní disciplíny stejně jako činností v podnicích. [2]

2.1.1. Základní pojmy, vlastnosti a hierarchizace procesů

Každý proces je definován pomocí základních atributů:

- Vstup a výstup
- Hranice procesu
- Vlastník procesu
- Zákazník procesu

- Zdroje procesu
- Regulátory procesu
- Vazby procesu

Vstupy charakterizují původní stav procesu, určují startovací stav procesu a zahajují činnost. Mezi vstupy patří například materiál, informace, lidské zdroje nebo výstupy předchozího procesu.

Výstupy jsou výsledky a produkty určené ke spotřebě danému zákazníkovi. Výstup také ukončuje činnost daného procesu. Výstup procesu se musí shodovat se vstupem následného procesu.

Hranice procesu jsou přesně definovaná místa pro vstup a výstup.

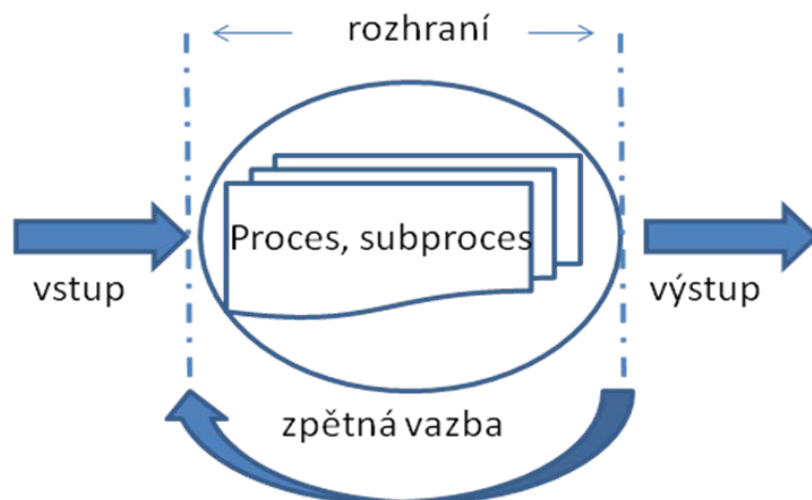
Majitel (vlastník) procesu je osoba zodpovědná za průběh, efektivitu, správné fungování a výsledky procesu. Majitel disponuje určitou pravomocí integrovat rozhraní potřebné ke správnému fungování procesu.

Zákazník procesu je osoba, organizace nebo jiný proces, který je příjemcem tohoto výstupu nebo konečný spotřebitel procesu. Zde rozlišujeme dva typy zákazníka:

- Vnější, například konečný spotřebitel
- Vnitřní, například zákazník uvnitř organizace, který přejímá výstup předcházející procesu

Zdroje procesu jsou prostředky sloužící k provedení procesu, často bývají nesprávně zaměňovány se vstupy. Od vstupů se liší tím, že nejsou spotřebovány během jediného procesu, ale postupně. Zdroje můžeme rozdělit na lidské, finanční, informační, hmotné, technologické atd.

Regulátory jsou souhrny pravidel, norem, zákonů, směrnic, které jsou třeba ke správnému fungování procesu stejně jako realizaci požadovaného výstupu. [8]



Obr.č. 1. Definice procesu, procesní řízení (vlastní interpretace)

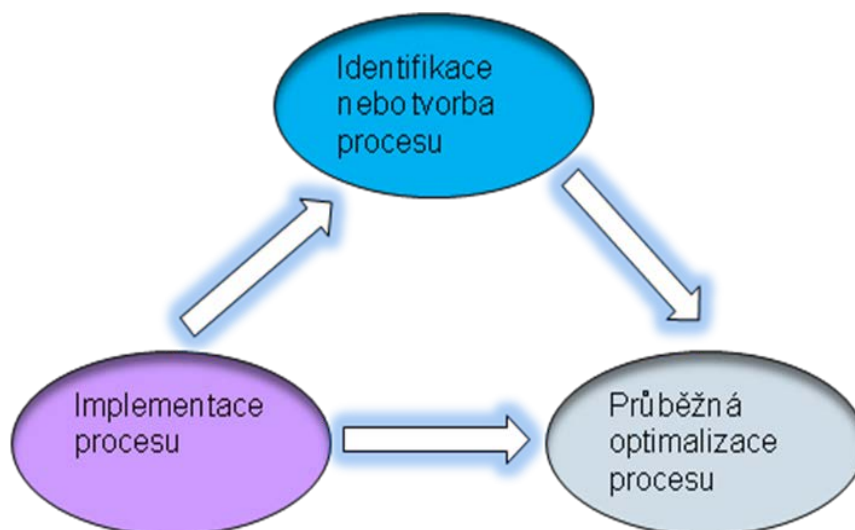
Aby proces správně fungoval, musí být jednotlivé části procesu propojeny vazbami, stejně jako procesy musí být propojeny vazbou mezi předchozím a následným procesem. Vazba též vyjadřuje a udává podřízenost či nadřízenost procesu a může svazovat jeden i více procesů najednou.

2.1.2. Životní cyklus procesu

Každý proces projde během své životnosti minimálně jedním životním cyklem, avšak většina procesů prochází standardně několika etapami.

- Návrh procesu
- Implementace procesu
- Průběžná optimalizace procesu

V dostupné literatuře se uvádí minimálně jednou ročně procesy optimalizovat, revidovat, běžně se procesy revidují každých 6 měsíců. Účelem revize procesů je neustálé zlepšování, zvyšování efektivity a užitečnosti. V případě nepotvrzení efektivity procesu je důležité rozhodnutí o další životnosti procesu, např. zrušení procesu, spojení s jiným procesem, atd. [3]

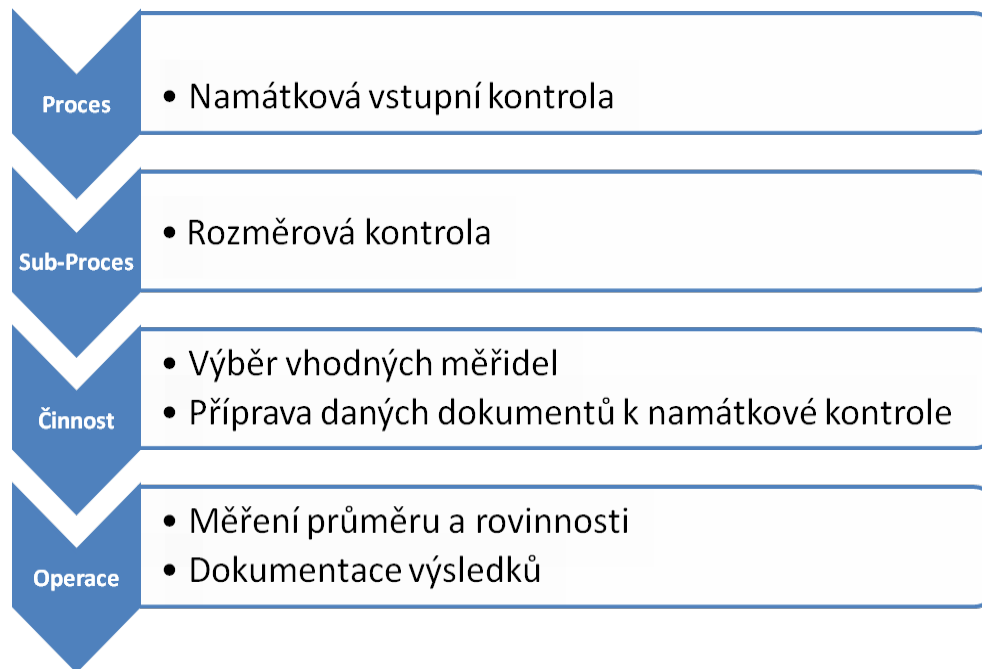


Obr.č. 2. Životní cyklus procesu

Každý proces je charakterizován vlastnostmi, které určují a ovlivňují jeho následné využití.

- Schopnost řízení procesu
- Otevřenost a uzavřenost procesu
- Schopnost transformace procesu
- Identifikace vstupu, výstupu a regulátoru procesu

Hierarchizace procesu označuje pevné uspořádání nadřízenosti a podřízenosti jednotlivých procesů v systému. Hierarchické uspořádání je velmi přehledné, a to i při velkém počtu prvků. Dovoluje účinnou dělbu činností, spolehlivé řízení i předávání povelů a pokynů a umožňuje i jasné přidělení odpovědností. Příslušné hierarchické vrstvy popisuje následující schéma.



Obr.č. 3. Hierarchický rozpad procesu vstupní kontroly (vlastní grafika použitá při optimalizaci procesů)

- Proces, transformace vstupu a výstupu
- Subproces, sled funkcí, které jsou vykonávány v rámci jednoho nebo několika útvarů a mají na výstupu měřitelnou veličinu
- Činnost, sled operací, které jsou vykonávány v rámci jednoho nebo několika útvarů a mají na výstupu měřitelnou veličinu, lze jednoznačně přiřadit spotřebu zdroje
- Operace, logický a souvislý pracovní úkon složený z jednotlivých kroků, vykonávaný jedním pracovníkem
- Krok, logický a souvislý pracovní úkon vykonávaný jedním pracovníkem

Po definování procesů je možné charakterizovat procesní strukturu slouženou z jednotlivých procesů. Procesní struktura má stromovou strukturu sestavenou z dílčích subprocessů. [7]

2.1.3. Klasifikace procesů

Na druhy procesů lze pohlížet různým způsobem v závislosti na daných hlediscích. Jednou z klasifikací je výskyt procesu, kde rozlišujeme proces jako: [7]:

- Reálný
- Abstraktní

Reálné procesy jsou procesy probíhající, které dále členíme na:

- Fyzikální
- Chemické
- Biologické
- Organizační neboli podnikové
- Výrobní
- Technologické atd.

Abstraktní procesy jsou procesy teoretické neboli nerealizovatelné, které mají obecný význam při řešení matematických simulací.

Z hlediska využití se setkáváme s procesy, které dělíme dle hlediska:

- Struktury procesu
- Funkčnosti
- Klíčivosti

Dle struktury procesů rozeznáváme čtyři typy:

- Tvrdé, seznam i pořadí činností v procesu jsou pevně dány
- Měkké, pořadí činností může být podle okolností měněné
- Sériové, činnosti na sebe navazují, jedna činnost skončí a na ni navazuje další
- Paralelní, činnosti probíhají paralelně nebo se překrývají

Dle funkčnosti procesu se setkáváme s procesy

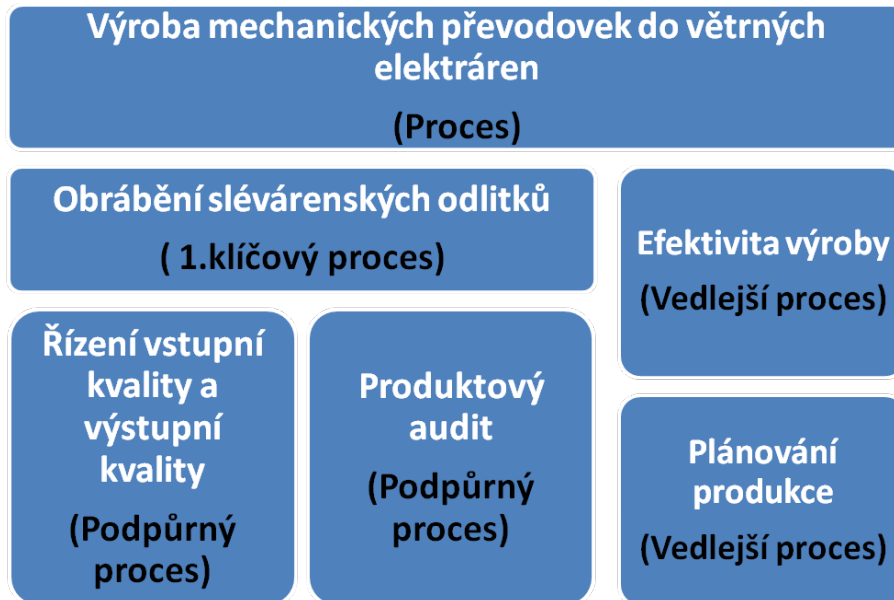
- Průmyslovými
- Administrativními
- Řídicími

Dle doby existence se setkáváme s procesy:

- Trvalými
- Dočasnými

Dle klíčivosti procesu rozdělujeme procesy na:

- Klíčové
- Podpůrné
- Vedlejší



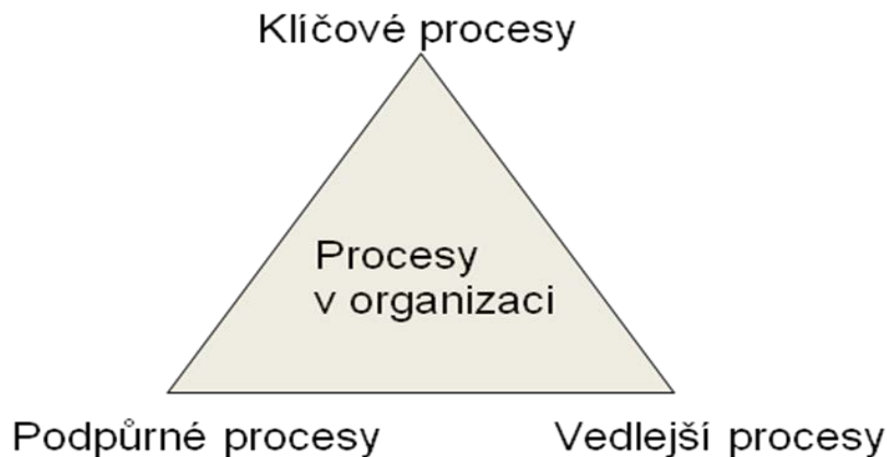
Obr.č. 4. Klasifikace procesu dle klíčivosti (vlastní grafika použita při optimalizaci procesů)

Existují další klasifikace procesů, avšak v souvislosti s doktorskou prací se zmíním podrobněji o definici procesu spadajících do hlediska klíčivosti.

Klíčové (hlavní) procesy jsou procesy, které vytváří přidanou hodnotu a vedou k uspokojení externího zákazníka. [2]

Podpůrné procesy zajišťují internímu zákazníkovi přidanou hodnotu, uspokojení, které není možné vykonávat externě. Do této oblasti spadají procesy *řízení kvality* (interní audity, certifikační audit atd.) sloužící k zajištění dodržování klíčových předpisů a *kontrolní procesy* (namátková vstupní kontrola, mezioperační testy, výstupní kontrola atd.) sloužící k dodržování vedlejších zásad kvality. [2]

Vedlejší procesy zajišťují vnitřnímu zákazníkovi uspokojení tzn. službu, produkt, které je možné avšak získat externě.



Obr.č. 5. Procesy v organizaci [6]

Procesní řízení neboli Business Process Management (BPM) je manažerská disciplína i technologie, opřená o strukturu firmy a její řízení prostřednictvím obchodního modelu. Ten musí zachytit základní rozměry podnikání:

- cíle
- hodnototvorné procesy,
- jejich organizační, znalostní i informační technologie.

Procesní řízení, nový procesní směr v organizování podniků, vychází ze skutečnosti, že každý produkt (výrobek nebo služba) vzniká určitým sledem činností, tedy procesem. Procesní řízení jako prioritu definuje proces, tj. sekvenci činností, které je třeba udělat a to bez ohledu na organizační uspořádání (např. proces vyřízení objednávky). Následně se stanoví, kdo jednotlivé činnosti provádí, a jak jsou pracovníci organizováni. Výsledkem je opět vnitřní struktura podniku, ale přizpůsobená tomu, aby co nejvíce podporovala podnikové procesy. Anebo je to návrh projektového týmu, jak organizačně uspořádat firmu tak, aby klíčové procesy, důležité pro konkurenční schopnost, byly vykonávány efektivně a plnily očekávání interních i externích zákazníků. Po akceptování návrhů vedením podniku jsou procesy zavedeny do denního života.

Aplikace procesního řízení je založena na znalosti a identifikaci atributů procesů, jimiž jsou [8]:

- vstupy a výstupy procesu
- majitel a spotřebitel neboli zákazník
- zdroje a vazby
- řídicí signály
- rozhraní

2.2. Obecná aplikace procesního řízení

Aplikace procesního řízení využívá základní dostupné prostředky a procedury, které byly postupně vyvíjeny a utvářeny pro vlastní a konkrétní interní, eventuelně externí prostředí.

Cílem aplikace procesního řízení je kompletní ale i částečné vyřešení problémů jednotlivých procesů, úspora firemních zdrojů a kapacit, zjednodušení a zrychlení realizace procesů a zlepšení výsledků. Jednotlivé kroky můžeme shrnout takto:

- Procesní analýza
- Identifikace procesů a vazeb mezi nimi
- Definování cílů
- Výběr a nasazení vhodné metody
- Modelování a optimalizace procesů
- Samotné zavedení, kontrola a měření procesů

2.2.1. Identifikace procesů a vazeb mezi nimi

Základním úkolem při definování systému managementu kvality (QMS) je identifikace všech procesů, které do tohoto systému patří. V tomto kroku je nutné nejprve identifikovat procesy (tzn. hlavní proces, vedlejší podpůrný atd.) Firemní procesy lze uspořádat do stromové struktury, která je navíc nutná při následné práci s firemními cíli a při rozpracování těchto cílů na jednotlivé konkrétní firemní procesy, což umožní rozlišit např. sériové a paralelní procesy. Další vazby, které mezi procesy existují v důsledku materiálových a především informačních toků, je třeba identifikovat při definování a dokumentaci firemních procesů.

Samotná identifikace procesu ve svém důsledku téměř nic neřeší, neboť zůstává jen pouhou myšlenkovou konstrukcí, pokud není proces definován pomocí svých atributů a pokud není vhodně dokumentován. Proto je třeba procesy dokumentovat, například QMS, příručkou kvality.

2.2.2. Definování cílů řízení procesů

Definování cílů je jedním z nejdůležitějších kroků v řízení procesů, neboť nepřímo určujeme směr, trend procesního řízení. Z hlediska časového horizontu rozlišujeme cíle:

- Krátkodobé cíle, jsou cíle, které jsou dosaženy během krátkého časového okamžiku, většinou 6 – 12 měsíců. S krátkodobými cíli se můžeme nejčastěji setkat u menších projektů
- Střednědobé cíle pokrývají horizont mezi 6 měsíci až 2 let, do této oblasti lze zařadit komplexnější projekty, reorganizaci, atd.

- Dlouhodobé cíle, neboli též strategické cíle, určují směr a strategii organizace. Mezi strategický cíl společnosti patří například výběr dodavatele. Zde hraje důležitou roli vytváření konkurenceschopného potenciálu organizace. [5]

Dlouhodobé cíle jsou z hlediska perspektivy klíčovým prvkem řízení procesů, dělíme je na:

- Interní cíle, např. snížení zmetkovitosti o 50%, zvýšení výrobní efektivity na faktor 2.
- Externí cíle, neboli zákaznické, např. zvýšení podílu na trhu, zvýšení plnění dodávek
- Finanční, např. zvýšení zisku a nakonec
- Rozvojové, např. osobní rozvoj a kvalifikace zaměstnance.

Každý cíl se vyznačuje svými vlastnostmi:

- Cíl musí být reálný a konkrétní, tzn. ovlivnitelný a s existujícími informacemi také dosažitelný
- Jasný a srozumitelný, uspořádaný podle priority
- Měřitelný a kontrolovatelný

Každý cíl má tyto základní parametry:

- oblast výkonnosti – jaké oblasti se náš cíl týká?
- způsob měření – jak budeme měřit splnění cíle?
- termín – do kdy máme náš cíl splnit?
- váha – jakou důležitost má náš cíl?

V praxi se často zaměňuje cíl a úkol, ve stručnosti je cíl dosažení požadovaných vlastností při vykonávání úkolů. [20], [21], [22].

2.2.3. Modelování a optimalizace procesů

Každý proces je možné vyjádřit různými typy diagramů s různou mírou přesnosti podle toho, k jakému účelu budou sloužit. Obvyklé je však začít u modelu procesu na vysoké úrovni, tedy sekvenci subprocesů, a následně modelovat tyto jednotlivé subprocesy. Nejprve lze vytvořit hrubý model subprocesu a pak jej dále zjemňovat, přidávat aktivity, uspořádávat elementy. K modelování procesů existuje mnoho různých norem, návodů a postupů.[2]

Základní prvky procesu jsou:

- Proces,
- Činnost,

- Podnět,
- Vazba neboli návaznost

Proces je vždy modelován jako celek skládající se z činností, které na sebe navazují, při čemž platí, že každá činnost může být samostatně chápána jako proces. Jednotlivé činnosti procesu neprobíhají nahodile, ale na bázi podnětu. Podněty rozlišujeme vnitřní, např. iniciace subprocesu, a vnější - tzv. události. Činnosti procesu jsou řazeny do vzájemných návazností, které tvoří definovanou strukturu, a jsou popsány pomocí vazeb. [2]

Z hlediska modelování podnikových procesů se setkáváme s metodou:

- Symbolickou, která spočívá v zobrazení procesů, kroků pomocí symbolů
- Objektovou, využívajících abstraktních objektů a
- Matematickou, která využívá soustavy rovnic, nerovnic, grafů a různých matematických funkcí.

Ve výrobních společnostech se často používá právě varianta první, symbolická.

2.2.4. Kontrola a měření procesů, výkonnost procesů

Procesy jsou měřeny proto, aby bylo možné poznat jejich chování a na základě tohoto poznání mohli zlepšit jejich výkonnost v požadované dimenzi. Pak se mluví o analytickém měření. Procesy však jsou měřeny ale také proto, aby se ověřila jejich výkonnost a úroveň, zda např. nevybočují z nastavených hranic. Pak se spíše jedná o monitoring procesů.[12]

Měření procesů lze obecně vyjádřit jako změření těchto veličin z hlediska přidané hodnoty:

- výstup (produkt procesu) resp. jeho vytvořenou přidanou hodnotu
- vložené zdroje (tedy spotřebu na vytvoření přidané hodnoty)
- a případně jeho kvalitu

Z hlediska výkonnosti se měří např. tyto parametry:

- průběžná dobu procesu, čili doba od prvního vstupu zdroje do procesu do vytvoření jeho výstupu
- průchodnost procesu čili množství produktu vytvořeného v daný čas
- efektivita procesu neboli průchodnost procesu za stanovenou dobu (nejčastěji benchmark)

Při měření procesu je důležité zohlednit hierarchii. Hierarchie měření procesů je stejně složitá, jako je hierarchie řízení společnosti. Obzvláště komplikovaná tam, kde se odpovědnosti za jednotlivé procesy tříští do řady organizačních jednotek.

Výstup jednotlivého měření nazýváme ukazatelem (často se jako synonymum používá pojem metrika též indikátor, nepřesně také parametr nebo atribut) a pokud má tento ukazatel vztah k celkové výkonnosti společnosti, nazýváme ho klíčovým - KPI (Key Performance Indicator). [13]

Všechny ukazatele mají společné to, že mají definované:

- plánované hodnoty
- změřené hodnoty

Ukazatele lze rozlišit dle charakteru na:

- výrobní, např. produktivita stroje, efektivita výrobní linky nebo
- nevýrobní, např. využití výrobní kapacity dodavatele, zvýšení zisku, snížení zmetkovitosti ve výstupní kontrole atd.

Ukazatele mohou být použity pro stanovení a měření dosahování cílů, který ukazuje požadovaný směr změny. Cíle se často s ukazateli zaměňují. Cíle však definují pouze směr, ukazatele konkrétní měřitelné veličiny a v této souvislosti se sledují, tzn. milníky (milestones). Jeden cíl může obsahovat i více milníků.

3. Současný stav

3.1. Obecné požadavky

V současné době je kladen velký důraz při průmyslových procesech na míru zatížení životního prostředí stejně jako na využití primárních zdrojů. Tak je tomu i při výrobě elektrické energie využitím solární, větrné, vodní energie i biomasy.

Hlavní výhodou větrné energie je obnovitelnost zdrojů, minimální zatížení prostředí, nulové emise atd., jako nevýhody lze uvést například rušení elektromagnetického pole - možné narušení televizního signálu, vysokou hlučnost, vysoké pořizovací náklady, nestálost větrného zdroje atd.

S postupem času a růstem výkonu stoupají nároky na výkon převodovek. Trend vývoje jde rychle dopředu, v současné době jsou v prototypové výrobě elektrárny 5 až 8 MW (obr. viz příloha od str.115).

Požadavky na kvalitu rostou úměrně s nároky zákazníka. Ačkoliv se při těchto nakupovaných dílech jedná o rozměry několika centimetrů až cca 2 metrů, váhové rozmezí několika desítek gramů až po několik tun, tolerance v oblasti mikrometrů jsou důležitým předpokladem ke správnému fungování převodovky. (obr. viz příloha od str.115).

Vstupní kvalita a kvalita nakupovaných dílů hraje klíčovou roli v celkovém procesu počínaje od výběru a kvalifikace dodavatele, až po uspokojení požadavků zákazníka, jak interního (výroba), tak externího (konečný zákazník, spotřebitel). [33]

3.2. Identifikace základních problémů

Jaké jsou základní problémy při definování požadavků na zavádění procesů pro vstupní kvalitu u produktů a procesů, se kterým nejsou dostatečné zkušenosti? Je možné aplikovat dosud požitě metody a procesy u sériového automobilového průmyslu na kusovou výrobu?

Tyto otázky si klade autorka oprávněně během zavádění procesů ve vstupní kvalitě nakupovaných dílů. Je patrné, že důležitou roli hrají procesy: výběr samotného dodavatele, kvalifikace dodavatele a strategické rozhodnutí včetně smluvních ustanovení. Tyto procesy ale musí být zvládnuty před samotným zaváděním systému řízení kvality ve vstupní kontrole.

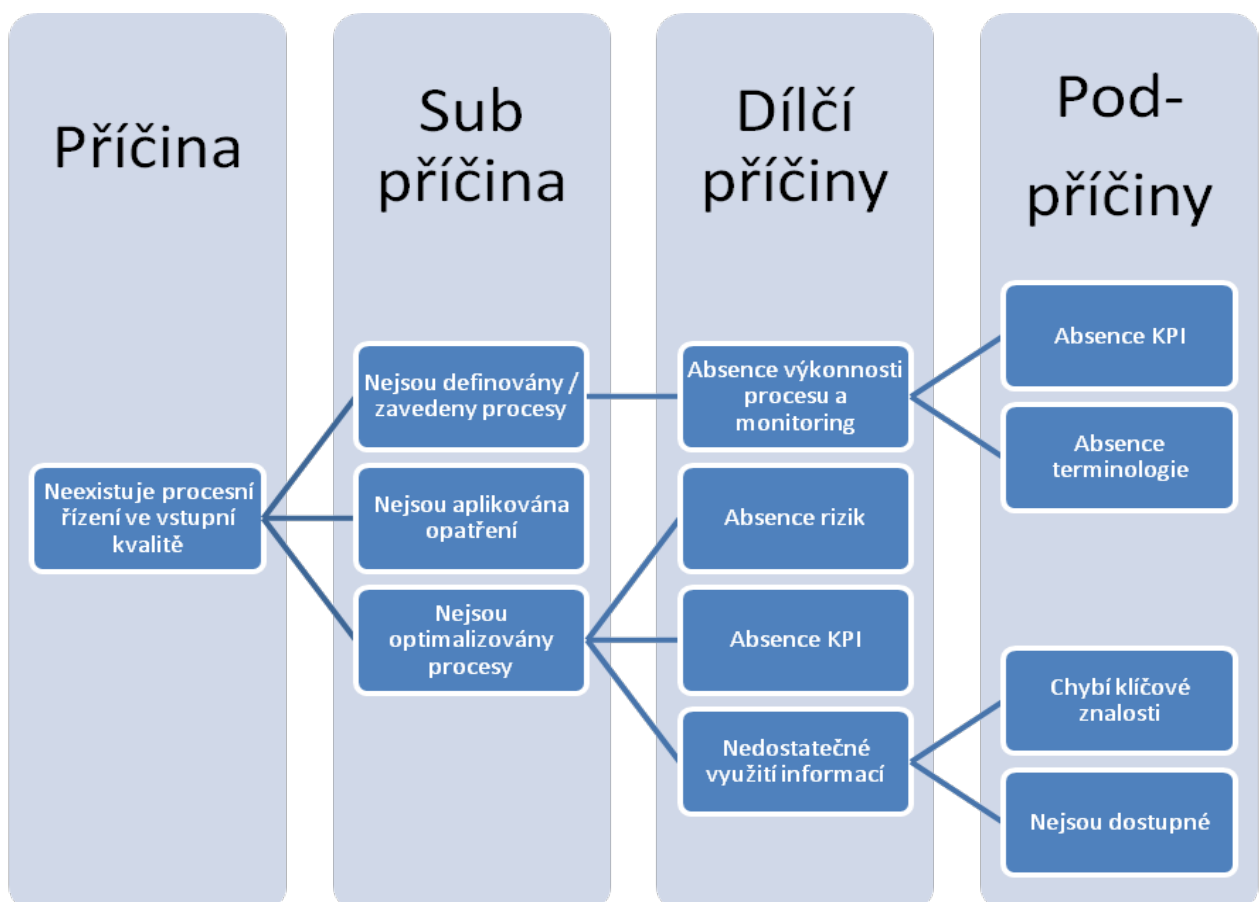
V této oblasti nejsou dosud zpracovány žádné publikace ani teoretické závěry související s použitím procesního řízení v kvalitě nakupovaných dílů, mimo obecných doporučení a požadavků řízení kvality ISO 9001, ISO/TS 16949 atd.

Vyhledáváním kombinací klíčových slov byly nalezeny publikace týkající se obecného použití procesního řízení a vstupní kvality, popřípadě články z oboru nesériové výroby. Nalezené příspěvky, např. science direkt, nesouvisí ale přímo s tématem zadané práce.

Jedním z důvodů může být rychle se rozvíjející technologie a její požadavky na kvalitu. V souvislosti s tímto faktem je požadováno zavést procesy efektivně. Co to znamená v praxi?

- V první řadě je slovo kvalita, tedy 100% funkční systém, který je aplikovatelný v praxi
- Za druhé je nutné zohlednit časový faktor, neboť technologie je neustále ve vývoji, to co zavedeme nyní, může být za určitou dobu zastaralá metoda.
- Jako třetí vliv je dokonalost, tedy poměr kvality a času. Pokud budou procesy jen zaváděny a optimalizovány bez ohledu na čas, je možné že technologie stejně jako konkurence získá náskok.

Základní problémy související s procesním řízením jsou graficky znázorněny v následující grafice. Použit byl modifikovaný diagram příčin a následků (Ishikawa) o kterém je zmínka v kapitole použité metody. Při tvorbě diagramu se vynášší následek příčiny a hledají se dílčí následky. Za stejně vhodnou metodu by se dal označit i mind mapping, ale vzhledem k osvědčení a zkušenostem s modifikovaným Ishikawa diagramem, např. při definování klíčových procesů, se autorka rozhodla pro modifikovanou Ishikawa.



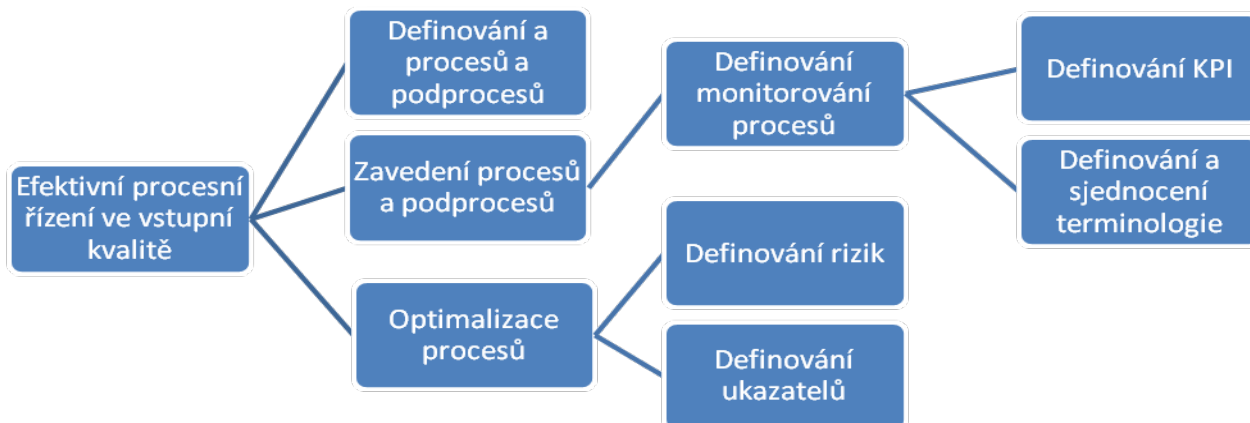
Obr.č. 6. Diagram současných problémů (vlastní torba)

Z výše uvedeného diagramu lze vyčíst: Pokud nejsou stanoveny KPI a jednotná terminologie, potom není možné měřit výkonnost procesu a následně proces monitorovat. Pokud nejsou stanovena a řízena rizika a definovány ukazatele, není zajištěna využitelnost informací, potom nedochází k optimalizaci procesů.

Pokud nejsou procesy definovány a zavedeny, nejsou posléze optimalizovány a nejsou zaváděna nápravná opatření, potom s největší pravděpodobností dochází ke zhoršení kvality na základě absence procesního řízení ve vstupní kvalitě.

Řešením na jednotlivé problémy je diagram konkrétních úkonů pro dosažení stanovených cílů. Diagram na obr. č. 7 zachycuje plán pro dosažení stanovených cílů, které je třeba zohlednit.

Jako hlavní myšlenku aplikace procesního řízení v oblasti vstupní kvality lze definovat neustále zlepšování procesů. Analýzou současného stavu lze za hlavní příčiny, proč nefunguje procesní orientace ve vstupní kvalitě, uvést existenci různých přístupů, nejednotnost terminologie stejně jako ukazatelů kvality, neznalost metod v nově se rozvíjející technologii a nejednoznačná doporučení.



Obr.č. 7. Diagram navrhovaného řešení (vlastní torba)

4. Cíle a motivace disertační práce

Smyslem a motivací této práce je aplikovat teoretické znalosti a zkušenosti, získané na základě studia dostupné literatury a vlastního výzkumu, a vytvořit tak zcela nový koncept a metodiku řízení kvality včetně zpětné kontroly pro nesériovou výrobu.

Vzhledem k tomu, že se jedná o kusovou výrobu, je nezbytně nutné analyzovat procesy a rozhodnout o smyslu zavedení procesů.

Cíle disertační práce, které je nutné splnit k realizaci hlavního cíle, jsou:

- Definování metodiky řízení kvality vstupních komponentů a její hodnocení. Tato metodika by měla být základem pro řízení kvality nakupovaných dílů v nesériové výrobě.
- Ověření metodiky na případové studii a její aplikaci do praxe
- Definování takového systému, který je aplikovatelný v oblasti jiných komponentů nesériové výroby, např. komponenty výroby lodí nebo jaderných elektráren
- Optimalizace procesů řízení kvality
- Zavedení ukazatelů procesů včetně hodnocení poznatků a stanovení směru dalšího rozvoje

Na základě teoretických východisek a stanovených cílů byly formulovány následující hypotézy k ověření. Každá hypotéza do určité míry souvisí a ovlivňuje smysl práce:

- Hypotéza 1: Nezavedené nebo chybné procesní řízení je kontraproduktivní, vytváří neefektivitu a znemožňuje transparentci a dosažení cílů
- Hypotéza 2: Nástroje, metody atd. používané v automobilovém sériovém průmyslu je možné jedna ku jedné zavést i do kusové výroby
- Hypotéza 3: Metody prevence v procesním řízení mají značný vliv na pozitivní výsledky v kvalitě

Důležitou součástí cíle je uvedení vybraných poznatků v oblasti řízení procesů kvality a následného uplatnění v praxi nebo uvedení možností dalšího rozvoje, souvisejícím s vývojem nových technologií.

V souvislosti s tímto rozvojem je moje disertační práce přínosná zejména v oblasti:

- Analýzy a klasifikace procesu a následné optimalizace kusové výroby
- Trendů a sledování vývoje procesů
- Nového náhledu na řízení vstupní kvality kusové výroby a zavedení charakteristik procesů s cílem stálého zlepšování

Je nutné analyzovat následující faktory, které mohou vést k rizikům a překážkám při zavádění poznatků v praxi:

- Snaha zavádění metod a nástrojů běžně užívaných v sériové výrobě, jako jsou SPC karty nebo schopnosti procesů, které jsou v praxi rutinní záležitostí.
- Zkušenost a do určité míry znalost nových technologií a výrobních procesů. Znalost výrobních procesů se nabývá během výstavby a provozu a buduje se tím know how.
- Různorodost nakupovaných dílů a tím i zcela odlišné kvalitativní požadavky na výrobek. Zde se jedná například o obráběné, frézované díly, slévárenské a kované díly, normované díly a ložiska.

Práce vychází z vlastních zkušeností získaných z vlastního výzkumu, stejně jako zkušenosti při zavádění procesů pro nově budované oddělení vstupní kvality v nově budovaném závodě. V práci je posouzeno využití metod a nástrojů pro procesní řízení a navržení metodiky, práce se zabývá i současnými problémy procesního řízení a možnými východisky.

Výsledky práce by mohly být zároveň využity jak v teorii, tak v praxi např. jako Best Practice.

5. Použité metody

Výběr a nasazení vhodné metody řízení je důležitým rozhodnutím v řízení procesů v organizaci. Zvolení nevhodné metody vede často ke zkráceným a neefektivním výsledkům. Při volbě metody je třeba zohlednit:

- Typ organizace
- Strategické cíle
- Konečného zákazníka
- Vlastníka procesu.

Vlastník procesu má v rámci systému procesního řízení jednoznačně klíčovou roli. Správná funkce a motivace vlastníků procesů je proto kritickým místem pro fungování systému procesního řízení v podniku. Vzhledem k tomu, že vlastník procesu může být pouze jeden a procesy většinou probíhají více organizačními jednotkami, nastává problém, jehož jediným správným řešením je přizpůsobení organizační struktury procesům. Bez nutných organizačních změn nelze žádné zásadní přínosy procesního řízení očekávat. Úlohou top managementu je zapojit vlastníky procesů do realizace strategických záměrů firmy a správně je motivovat k měřitelným výsledkům jejich procesů, a tím v nich aktivovat a využít inovační potenciál a zvolit vhodnou metodu řízení. [4]

V současné době se setkáváme s nespočetnou řadou metod a nástrojů řízení procesů. Tyto metody se liší navzájem v postupech a způsobech dosahování cílů.

Jednou z možností řízení procesů jsou normy, např. ISO 9001 i ISO/TS 16949 pro automobilový průmysl. Normy jsou nezávazné, ale doporučené.

Další z možností je využití konkrétní metody, mezi neznámější a také nejvíce používané patří:

- Total Quality Management (TQM)
- BSC (Balanced Scorecard)
- European Foundation for Quality Management (EFQM)
- Bosch/Toyota Production System (T/BPS)

V neposlední řadě je vhodné se zmínit o nástrojích řízení procesů jako:

- Quality Function Deployment (QFD)
- Statistical Process Control (SPC)

TQM = Total Quality Management

Základní myšlenky TQM lze nalézt u Armanda Feigenbauma a dále je rozvíjeli W. Edwards Deming, Joseph M. Juran a další. Přestože se myšlenka zrodila v 50. letech

v USA, nejúrodnější půdu našla posléze v Japonsku. V 90. letech se formuje jako samostatná disciplína.[3]

TQM je komplexní metoda řízení, která klade důraz na řízení kvality ve všech dimenzích života organizace. Překračuje tak rámec řízení kvality a stává se i metodou strategického řízení a manažerskou filozofií pro veškeré konání organizace. Existuje celá řada různých forem a výkladů TQM, nicméně společné rysy lze vyčíst z písmen jeho zkratky. [3]:

- Total – jde o úplné zapojení všech pracovníků organizace a jednotek (např. oddělení, tým atd.)
- Quality – jde o pojetí principů kvality v celé organizaci
- Management – principy se prolínají všemi úrovněmi řízení i všemi manažerskými funkcemi

Následující obrázek znázorňuje řídicí model TQM použitý v praxi.[7]



Obr.č. 8. TQM řídicí model (grafika používaná v interních dokumentech)

Podnikové procesy neboli business processes jsou souhrny činností, které přeměňují za pomoci nástrojů a zdrojů vstupy do výstupů za účelem dalšího využití, např. následného procesu. Podnikový proces lze též znázornit graficky pomocí modelů.

Procesní analýza

Procesní analýza je analýza současného stavu, která detailně zmapuje vybrané oblasti. Cílem je identifikace jednotlivých prvků a systémů s cílem zavedení nápravných opatření. Výstupem jsou grafická procesní schémata současného stavu. Procesní analýza klade zřetel na jednotlivé činnosti, použité informační nástroje, dokumenty a zdroje. [30]

Mind Mapping

Jednou z používaných procesních analýz je mind mapping. Mind mapping [3] probíhá formou brainstormingu, tzn. v praxi stanovení klíčového slova a hledání souvislostí, podobných výrazů, nápadů. Mind map se využívá k vizualizaci, generování, strukturování a klasifikaci zanesených konkrétních poznatků. [31]

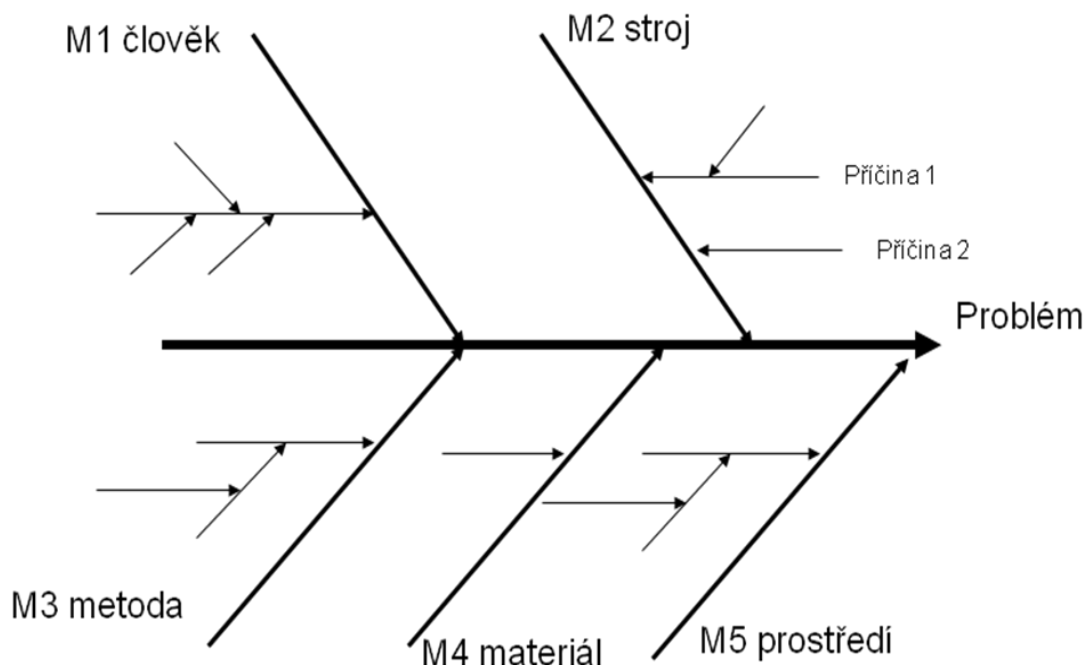
Ishikawa diagram

Ishikawa diagram, rybí kost neboli diagram možných příčin a následků je v praktickém provedení metoda, vycházející z pěti základních příčin, tzv. 5 x M, které se vynášejí na základní hlavní osu (problém) a postupně rozvíjí o „možné příčiny“. [3]

- Mensch člověk
- Methode metoda
- Mitwelt prostředí
- Maschine stroj
- Management management

V praxi se nejčastěji používají 3 základní kategorie:

- Analýza proměnlivosti procesu (automobilový průmysl)
- Klasifikace procesu (výroba)
- Vyšetření příčin (služby)



Obr.č. 9. Ishikawa diagram [3]

SWOT analýza

SWOT analýza je další metoda, jejíž pomocí je možno identifikovat silné (Strengths) a slabé stránky (Weaknesses), příležitosti (Opportunities) a hrozby (Threats), spojené s určitým projektem, typem podnikání, podnikatelským záměrem, politikou (ve smyslu opatření) apod. Jedná se o metodu analýzy, užívanou především v marketingu, strategickém plánování, např. nákupu ale i kvality. [3]

Základ metody spočívá v klasifikaci a ohodnocení jednotlivých faktorů, které jsou rozděleny do čtyř výše uvedených základních skupin. Vzájemnou interakcí faktorů silných a slabých stránek na jedné straně vůči příležitostem a nebezpečím na straně druhé lze získat nové kvalitativní informace, které charakterizují a hodnotí úroveň jejich vzájemného střetu.

	Pomocné cíle	Škodlivé cíle
Vnitřní analýza	Silné stránky	Slabé stránky
Vnější analýza	Příležitosti	Rizika

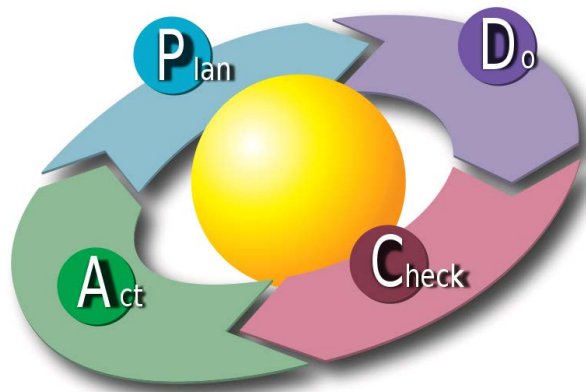
Obr.č. 10. SWOT analýza [3]

Procesní audit

Procesní audit je metoda pro zlepšování organizace (vyšší kvalita, nižší náklady, menší rizika, atd.). Audit ověřuje dle stanoveného katalogu otázek účel všech vykonávaných procesů s definovanými požadavky. [23] Popis skutečného stavu vykonávané práce formou procesů jednoznačně identifikuje nedostatky v organizaci. Výsledkem auditu je bodové ohodnocení s identifikovanými hlavními a vedlejšími odchylkami, popř. doporučení. Ke každé odchylce je nutné stanovit opatření k jejímu odstranění včetně termínu a zodpovědné osoby. Audit má charakter reaktivní i preventivní, anebo je užíván i jako metoda pro zvýšení kvalifikace. Často slouží jako vstup pro procesní analýzu.[5]

PDCA cyklus

Princip řízení procesů popisuje a v práci reprezentuje například PDCA = Plan (plánuj) Do (konej) Check (kontroluj) a Act (zasáhni). [5]



Obr.č. 11. Znárodnění PDCA cyklu (grafika používaná v interních dokumentech)

Plan = Každý proces musí před vlastní implementací naplánován. Plánování obsahuje potenciál ke zlepšení, analýzu aktuálního stavu stejně jako vývoj konceptu.

Do = Praktické zavedení s možností optimalizace konceptu procesu s rychlými a jednoduchými a dostupnými prostředky (např. provizorní nástroj)

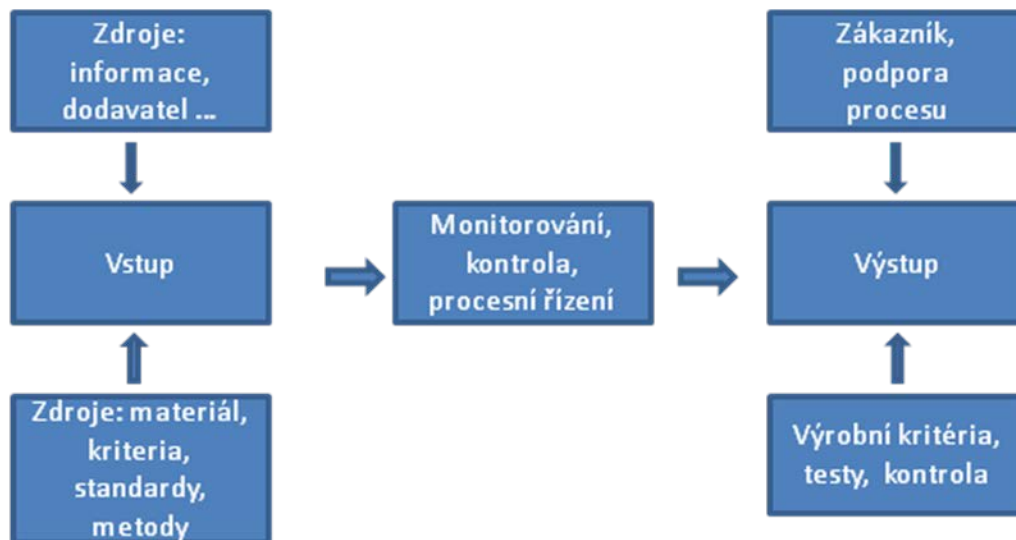
Check = Výsledky a účinnost procesu jsou přezkoumány a při úspěšném vyhodnocení uvolněny a schváleny pro zavedení do praxe

Act = Zavedení nového standardu do praxe, pravidelné přezkoumání (audit) z hlediska dodržování definovaných podmínek.

Metoda Turtle

Turtle neboli želví metoda je jednoduchá, ale účinná metoda mapování a definování procesů, které by měly být identifikovány, měřeny, stále analyzovány a zlepšovány. Je často využívána v menších a středních firmách.

Z tohoto hlediska byla metoda zavedena i do nesériového typu výroby. Metoda vychází z následujícího schématu, střed tvoří krunýř želvy, tedy proces anebo i dílčí operace. Přední část, vstup, zohledňuje zdroje, vybavení, kritéria. Zadní část výstup představuje kritéria produktu, požadavky zákazníka, měření, kontrolních bodu, které je nutné zohlednit.[3]



Obr.č. 12. Turtle metoda (příklad z praxe, vlastní řešení)

CIP - Continuous Improvement Process

Optimalizace procesů je součástí života každé organizace, která se chce neustále zlepšovat. Mnohé optimalizační pokusy však končí neúspěchem, vzniknou krásné diagramy, které se však nepodaří zavést do praxe nebo se v praxi ukáže, že nové uspořádání je nepraktické.

Stručně lze optimalizaci popsat takto:

- základní definice stávajícího procesu
- rozsáhlost tohoto procesu
- testování, zda reálný proces – jak probíhá v organizaci – skutečně odpovídá definici
- upravování pravidel během procesu - tak dlouho, dokud nakreslené schéma nebude odpovídat reálnému životu
- optimalizace procesu, tedy návrh změn a testování, zda je nová definice životaschopná

Pojem optimální, nejlepší, nejlépe vyhovující pochází z latinského optimum a v praxi vyjadřuje neustálé zlepšování procesu. Při neustálém zlepšování je důležité stanovit cíl, který musí být dosažen. Smyslem stálého zlepšování je po dosažení daného cíle stanovit ještě přísnější cíl k dosažení.

Při optimalizaci procesů je možné použít dva standardní přístupy:

- radikální, provedený jednorázově
- kontinuální, který probíhá postupně a pozvolně

Obecně se používá metoda CIP - Continuous Improvement Process, tedy postupný proces optimalizace.

Při optimalizaci se berou v úvahu slabiny procesu neboli weakness, mezi které patří:

- čas
- informace (vstup, výstup)
- prostor
- vazby mezi procesy a jednotlivými kroky
- typ a struktura organizace

V praxi bylo vhodné využít tyto metody optimalizace:

- Lean Production, štíhlá výroba, je metodika, kterou vyvinula firma Toyota jako Toyota Production System (TPS). Jedná se o přístup k výrobě způsobem, kdy se producent snaží uspokojit v maximální míře zákaznickou požadavky tím, že bude vyrábět jen to, co zákazník požaduje. Snaží se vytvářet produkty v co možná nejkratší době a pokud možno s minimálními náklady, bez ztráty kvality nebo na úkor zákazníka. Dosáhne toho minimalizací plýtvání. Řada podniků modifikovala TPS do vlastních systémů, např. v Boschi známá jako BPS= Bosch Production System.
- Six Sigma, strategie řízení, původně vyvinutá společností Motorola a GE. Dnes se používá v různých odvětvích průmyslu. Six Sigma si klade za cíl identifikovat a odstranit příčiny defektů a chyb v procesech výroby a obchodu, k čemuž používá metodiky DMAIC (viz přehled zkratk). [33]

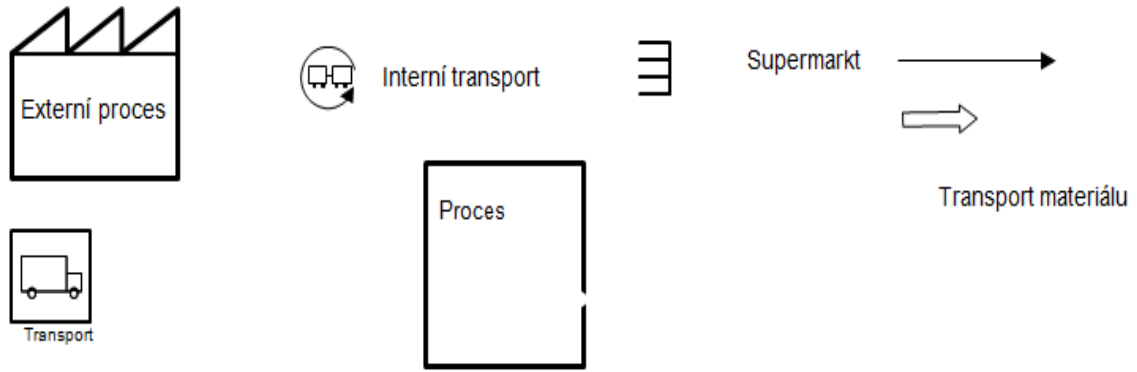
Value Stream Design (VSD)

VSD je metoda vycházející z principu BPS (Bosch Production System), s cílem optimalizovat logistické procesy a tím vylepšit proces celkový. Jak již název vypovídá „value stream design“, jedná se o tok hodnot za účelem zobrazení ideálního stavu toku informací. Tohoto stavu v praxi nelze ideálně dosáhnout, je ale nutné jej nadefinovat v praxi tak, aby byl konečný zákazník maximálně spokojený. [29]

VSD se opírá o VSM (Value Stream Mapping), což je grafické zobrazení jednotlivých činností pomocí symbolu. Metoda podléhá pravidlům a definované symbolice, která je ve stručnosti znázorněna na následujících obr.

Samotný design toku pro vstupní kontrolu je navržený za těchto podmínek a předpokladů:

- Vstupní namátková kontrola podléhá dynamice zanesené v SAP
- Vstupní kontrola je prováděna přesně dle definovaného procesu popsaného ve směrnici a příručce kvality



Obr.č. 13. Legenda VSM

6. SQWE – řešení vstupní kvality pro nesériovou výrobu

6.1. Popis vlastního řešení

Vlastní řešení práce je podrobně popsáno v následujících podkapitolách 6.2 až 6.8. Na základě analýz problematiky v úvodu práce, byly v následujících kapitolách definovány problémy v oblasti řízení procesů vstupní kontroly.

Pro samotné řešení a splnění cílů byla navržena vlastní metodika SQWE. Komplexní metoda byla nazvána zkratkou SQWE, tedy supplier quality wind energy a během prvního roku se etablovala jako běžně používaný pojem.

Tato metodika vychází ze dvou pohledů. Teoretického, tedy popsaného v dostupných materiálech, a pragmatického, kde je zohledněn fakt, zda je tato metoda, postup nebo proces vhodný implementovat. Součástí práce je i jednotné názvosloví sestavené během aplikace, zahrnující termíny, zkratky a jejich definice. V následujících podkapitolách 6.2 až 6.5 jsou definovány a zavedeny klíčové procesy.

Před aplikací procesů a jejich následném využití v praxi je nezbytně nutná analýza stávajícího stavu procesů s přesnou definicí vstupu nebo i několika vstupů, výstupu či výstupů, cílů procesu, vlastníka a zákazníka procesu a v neposlední řadě měřené charakteristiky procesu. V tomto případě je analýza současného stavu zjednodušena na stav vycházející z faktů:

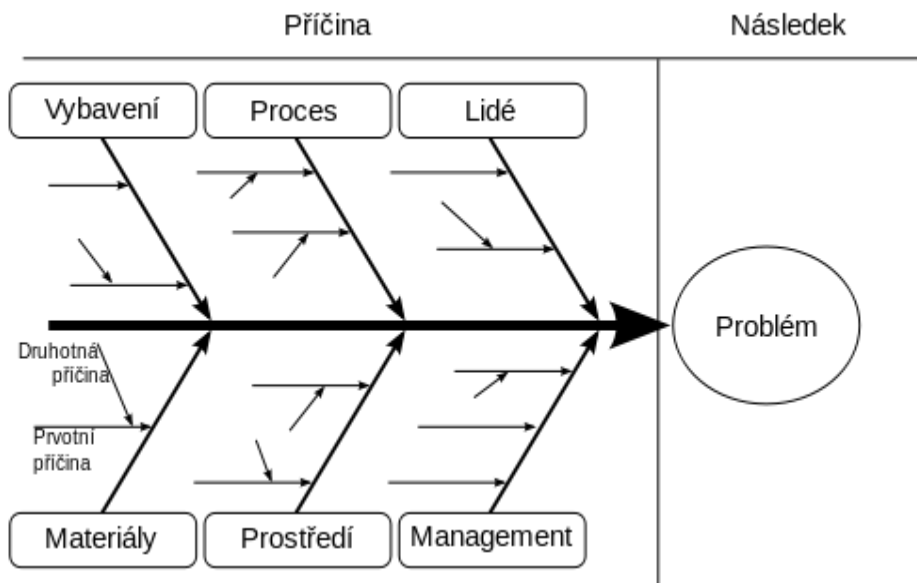
- Procesy pro vstupní kontrolu a zajištění kvality nejsou přítomny
- Je znám pouze vlastník procesu, rozhraní a zákazník, přičemž zákazníka je možné předefinovat dle potřeby organizace
- Měřené charakteristiky procesu musí být stanoveny vlastníkem procesu za podmínek „zero defect“ a stoprocentní dodávky „on time delivery“ za podmínek využití minimálních zdrojů. Jako zdroje jsou uvažovány finanční náklady potřebné k zavedení procesů, personální kapacita a dostupnost technologií.
- Cíle procesu musí být stanoveny vlastníkem procesu, přičemž platí obecné cíle společnosti a cíle závodu, nesmí dojít ke konfliktu cílů.

Dalším krokem je správný výběr vhodné metody pro stanovení potřebných procesů. Jako vhodné metody analýzy se jeví následující:

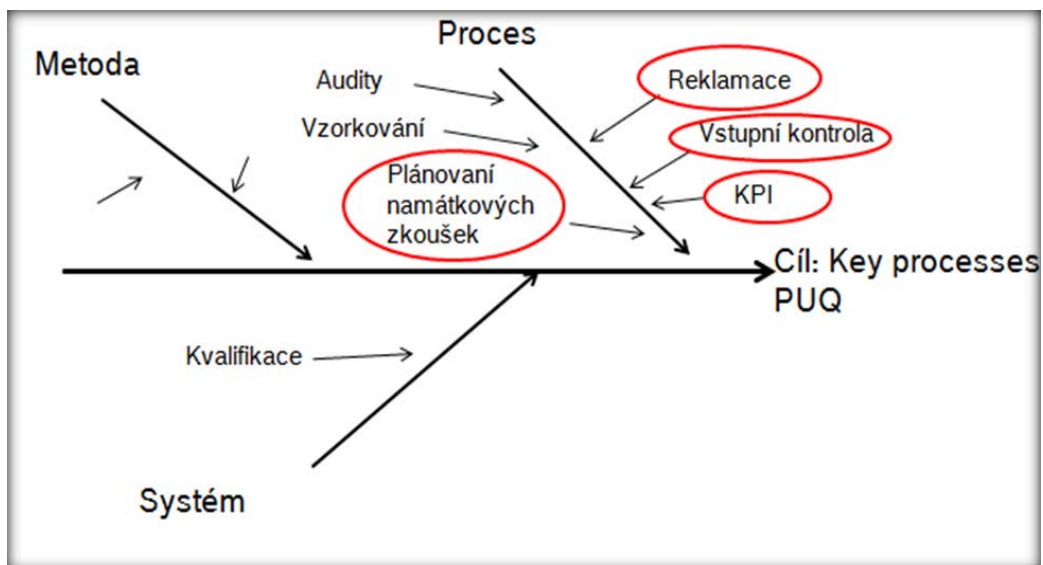
- SWOT Analýza
- Metoda Turtle
- Ishikawa
- Mind mapping pomocí brainstormingu.

Pro disertační práci byla vybrána Ishikawa a mind mapping formou brainstormingu s účastí potenciálních zákazníků a jejich rozhraní. Ishikawa je známá jako nástroj pro odhalení příčin a jejich následků, je tedy nutné ji modifikovat a spolu s mind mapping i uzpůsobit dané situaci. Jako důležitý podklad slouží FMEA, z které je nutné vyjít při detekci rizik, důležitostí i u výskytů jednotlivých procesů, podprocesů nebo stanovení klíčových procesů, podpůrných a vedlejších procesů.

V první fázi jsou identifikovány všechny relevantní procesy. K tomu je zapotřebí stanovit dosud známé cíle, rizika a podmínky. V tomto případě se vychází nejčastěji z úrovně procesu. Jako možnou příčinu v přeneseném slova smyslu je hledán systematicky proces, který bude klíčovým vodítkem k celkovému zajištění kvality.



Obr.č. 14. Ishikawa - obecná forma, [15]



Obr.č. 15. Ishikawa – modifikovaná forma (vlastní aplikace v praxi)

Výsledkem analýzy, zobrazené na obr. č. 15, jsou klíčové procesy potřebné k uspokojení zákazníka:

- Plánování namátkových zkoušek
- Vstupní kontrola
- Reklamace, zavedení a stanovení opatření
- Zavedení a stanovení ukazatelů zajištění kvality a vstupní kontroly

Podpůrné procesy, které mají vliv na vstupní kontrolu a do jisté míry mohou změnit průběh procesů, jsou následující:

- Vzorkování a uvolnění
- Výrobní proces

Jako vedlejší procesy jsou identifikovány:

- Zvláštní uvolnění výrobků
- Provádění procesních auditů, stanovení nápravných opatření.

V kap. 6.2 – 6. 4 jsou v souladu s metodikou navrženy formuláře, standardy, metody, které se během aplikace a optimalizace použily a staly standardem. V kap. 6.5 jsou navrženy charakteristiky, tedy ukazatelé pro měření úspěchu procesů.

Popsané a identifikované procesy byly posléze optimalizovány, návrh byl nejdříve se soustředit a zaměřit na procesy, které se vychylují od stanovených cílů. Dále ve smyslu filozofie stálého zlepšování došlo k posouzení a zlepšení i procesů, které se pohybují v mezích tolerance cílů. Pro optimalizaci byly zvoleny jako vhodné metody:

- PDCA
- SWOT analýza
- brainstorming
- VSD

Práce je obohacena příklady z praxe, které se zároveň staly pilotním projektem, což znamená, že metoda byla nejdříve zavedena a během zavádění jsou sledovány parametry, jako je kapacita a zdroje, odhad časové náročnosti atd. než dojde k plošnému zavedení ve vstupní kvalitě. Výhodou je z hlediska autorky jednoznačně vyvarování se chyb při plošném zavádění a tím i nákladů.

V kap. 7 v souladu s navrženou metodou jsou popsány procesy pomocí diagramu a byl navržen cílový stav. Zda je úspěch zaručen, je možné vyhodnotit zhruba v časovém rozmezí 1 – 2 roky po zavedení.

6.2. Plánování kvality

V současnosti se všeobecně uznává, že se asi z 80% o výsledné kvalitě produktu rozhoduje už v předvýrobních etapách a díky tomu se odpovědnost za osud kvality a tím i prosperity organizace přesouvá z výrobní fáze do prevence. Proto je důležité zaměřit management kvality na tyto fáze podnikových procesů, což je výhodné i z ekonomického hlediska. Proč je tomu tak? Odhalení možných problémů už v předvýrobních etapách snižuje vynaložené náklady v zavedené sériové produkci. Z 80% dochází ke vzniku neshod právě v činnostech, které samotné výrobě předcházejí, ale z 80% se tyto neshody odhalují až v následujících fázích života výrobku (výroba, užití atd.), což sebou nese automaticky i zvyšování nákladů na výrobu daného výrobku. Příčina spočívá právě v nedostatečné orientaci na předvýrobní etapy, tedy plánování kvality.

Jedna z činností, která se soustřeďuje právě na předvýrobní etapy, je plánování kvality. Činnost plánování je důležitou a neoddelitelnou součástí managementu kvality. Plánování kvality neboli quality planing (QP) je činnost, která stanoví cíle a požadavky na kvalitu. Rovněž stanoví i požadavky na užití prvků systému managementu kvality a v neposlední řadě má tato činnost definovat procesy a metody potřebné pro efektivní a účinné plnění cílů a požadavků. Plánování kvality se v současnosti zaměřuje zejména na tyto tři oblasti [15]:

- plánování výrobku, vývoj a design
- plánování pro řízení a provoz - příprava realizace systému kvality
- vypracování plánů kvality a opatření pro zlepšování

Efektivních výsledků z plánování kvality lze dosáhnout užitím vhodných metod a nástrojů. Mezi tyto nástroje a metody např. patří: metoda SPC (Statistical Process Control – Statistická kontrola procesu), metoda QFD (Quality Function Deployment), Design Review (Přezkoumání návrhu), metoda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis – Analýza možností vzniku vad a jejich následků), metoda FTA (Fault Tree Analysis – Analýza stromu poruch), metoda DOE (Design of Experiments – Plánování experimentů), hodnocení způsobilosti procesu, hodnocení způsobilosti výrobního a měřicího zařízení a další. [13], [14].

Plánování výrobku, vývoj a plánování pro řízení a provoz - příprava realizace systému kvality mají z hlediska výrobního cyklu plánování kvality velký význam, ale nejsou součástí předkládané disertační práce.

6.2.1. Obecná charakteristika přejímek

Detekce vady neboli odchylky od specifikace je klíčovým krokem ke správnému fungování vstupní kvality, tedy záleží na logice a inteligenci plánovaných zkoušek. Při stanovení správných mechanismů, je možná detekce až 75% vad během výroby, výstupní kontroly nebo pak vstupní kontroly u zákazníka.[16]

Nejvyšší šanci detekce vady má stoprocentní kontrola, která je ale z hlediska nákladů a efektivity nereálná. Stoprocentní kontrola neboli přejímka, je možná jen ve výjimečných případech, a to když:

1. dojde k odhalení vady na výrobcích, které jsou nutně potřebné ve výrobě a musí být okamžitě vstupní kontrolou přetříděny
2. nebo se provádí u malých dávek, kde naopak zavádění preventivních metod plánování je neefektivní a přináší vyšší náklady než stoprocentní třídění. V takových případech se dávka stoprocentně přetřídí, zmetky se odstraní z oběhu.

Při plánování vstupní kontroly je zohledněna pouze první varianta, pro variantu 2 nejsou k dispozici dostatečné prostředky, tedy kapacita a technické vybavení. Dojde-li k nutnosti stoprocentní kontroly malých dávek, musí být přetříděny u dodavatele nebo externě. [16]

Ve většině případů se zavádí výběrová neboli namátková přejímací kontrola. Princip spočívá v kontrole určitého množství n z dané dávky o počtu N . Do procesu namátkové kontroly vstupuje tzv. náhodnost a je nutné použít dostupné statistické teorie pravděpodobnosti výskytu a odhalení. Výběrová kontrola dávku přijme nebo zamítne. V případě zamítnutí je možné dávku opravit, tzn. opravná přejímka, vadné výrobky se odstraní, nahradí novými. V opačném případě, tzn. bezopravná přejímka, se vadné výrobky odstraní z provozu.

Podle způsobu řízení kvality výrobků je zapotřebí se zaměřit na přejímku srovnáním a měřením. U přejímky měřením je rozhodnuto pro přejímku jedním výběrem, u srovnání pro přejímku dvojím výběrem. U normovaných dílů je zavedena přejímka bez opravy. Pro ostatní díly je zavedena opravná přejímka, hlavním důvodem jsou finanční náklady (stovky až desetitisíce Euro za jeden kus výrobku) a dlouhé výrobní cykly.

6.2.2. Vypracování plánů kvality a opatření pro zlepšování

Z dostupných metod je zavedena přejímka srovnáním a měřením. Přejímka srovnáním se týká vizuální kontroly dle předloženého vzoru, specifikace. Výsledkem je kvalitativní výrok - shoda nebo neshoda. Přejímka měřením se vyznačuje kvantitativním výsledkem měřeného znaku, charakteristiky. [17]

Před zavedením procesu je nutné systematicky volit podmínky a podprocesy, kterými jsou:

- Definovat měřený objekt a měřenou veličinu. Zde vycházím z dostupných dokumentací jako specifikace, normy, technické dodavatelské podklady, výkresy, ale i lessons learned z již dostupných reklamací od zákazníka.
- Definovat četnost měření. Tento proces je složitější a bude rozebrán podrobněji v této kapitole.

- Definovat místo měření a měřidlo, které je závislé na typu výrobku, stejně jako na dostupnosti měřidel. Např. kvalita ozubení na ozubeném kole se bude testovat na 3D měřicím stoju značky Klingenberg, umístěného ve výrobě.
- Definovat zaznamenávání výsledku, vyhodnocení popř. další postup. Výsledky se budou zaznamenávat a dokumentovat přímo v systému SAP.

Důležitou podmínku je tedy systém SAP, který slouží jako medium pro plánování, dokumentaci a zobrazení historie.



Obr.č. 16. Podprocesy plánování vstupní kontroly (vlastní definice procesu)

Nyní je nutné se vrátit k nejdůležitějšímu kroku plánování a to je definování četnosti měření. Četnost měření bude řízena algoritmem v systému SAP dle počtu kusů v jedné dávce N a namátkovou kontrolou o počtu n .

Zde jsou definovány dva stupně přísnosti, jednak pro normální kontrolu, která má využití pro dodavatele nebo nakupované díly, které procházejí bez chyb nebo občasný výskyt sporadických chyb. Zpřísněná kontrola je nasazena na opačný případ, tedy vstupní namátkové kontroly vykazují zamítnutí dávky u systematických vad.

	Normální přísnost	Zpřísněná kontrola
Velikost dodávky [N]	Namátková kontrola [n]	Namátková kontrola [n]
1	1	1
10	1	4
20		9
50	3	15
100	7	35
500		60

Tab. č. 1 Četnost namátkové kontroly pro vstupní kvalitu nakupovaných dílu převodovky do větrné elektrárny (vlastní definice)

Nakupované díly jsou rozděleny z hlediska významnosti na dvě skupiny, první skupiny jsou díly, které podléhají výkresům a jiným specifikacím a druhá skupina jsou díly normované, DIN díly a C díly.

Dynamická pravidla jsou definována na základě matematických metod a zkušeností pro nesériovou výrobu, při čemž jsou zohledněny i následující fáze ve vývoji.

- Náběh do výroby, doba uplynulá od uvolnění vzorku do série až cca první 3 až 6 měsíců v sériové výrobě
- Série, doba až 1 rok po uvolnění vzorků

- Jistá fáze neboli stabilní fáze, je doba od jednoho roku zaběhnuté sériové výroby u dodavatele
- Chyba během výroby může nastat v jakékoliv fázi, proto dochází ke zpřísnění dynamicky.
- Stejně tomu je i u mezi zkoušky a zkoušky v sérii.

Následující tabulka slouží pro první skupinu, tedy výkresové díly, nebo díly, které podléhají jiné specifikaci.

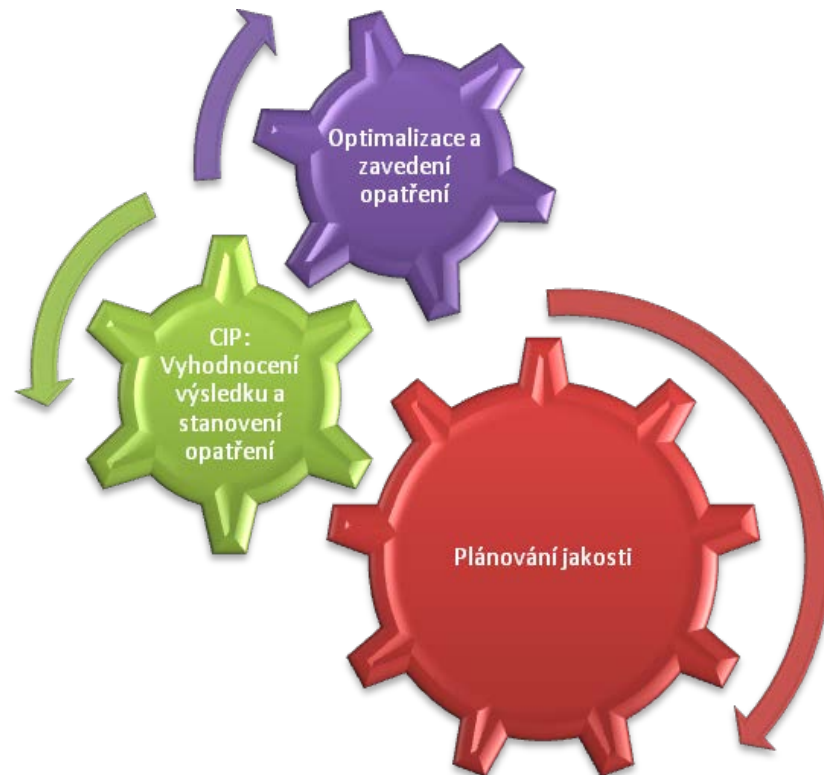
Stupeň	Přísnost	Výrobní fáze	Počet	Max. počet dní	Nový mezi-stupň	Počet zamítnutí	Nový stupeň
1	4	Náběh série	2		2	1	1
2		Série	8	0	6	1	4
3		Jistá fáze	15	360	5	1	4
4	6	Chyba během výroby	3		2	1	4
5	6	Mezizkouška	1		3	1	4
6	6	Zkouška v sérii	1		3	1	4

Tab. č. 2 Dynamická pravidla pro výkresové díly (vlastní definice procesu)

U normovaných dílů nebo jiných C dílů se jedná většinou o větší počet kusů v jedné dávce N . Z tabulky je patrné, že u normovaných dílů se vstupní kontrola redukuje v závislosti na objemu dávky, a že zajištění kvality bude nutné na základě jiného principu než namátkové kontroly.

Stupeň	Přísnost	Výrobní fáze	Počet	Max. počet dní	Nový mezi-stupň	Počet zamítnutí	Nový stupeň
1	4	Náběh série	1		2	1	3
2		Skip	32667	0	1	1	3
3	6	Chyba během výroby	3		2	1	3

Tab. č. 3 Dynamická pravidla pro normované díly, DIN díly, C díly, (vlastní definice procesu na základě rešerše)



Obr.č. 17. PDCA systematika pro plánování (vlastní definice procesu)

Pro zlepšování procesu plánování kvality je nutné zavést CIP neboli Continues Improvement Proces. V tomto případě jsou zavedena každých 6 měsíců vyhodnocení procesu s možností redukce vstupní kontroly s následujícími podmínkami:

- Minimálně 3 dávky jsou ve vstupní namátkové kontrole bez reklamace
- Reklamační kvóta leží pod 10% a není žádná zákaznická reklamace
- Opakovaná chyba je nepřipustná pro redukci vstupní kontroly

Vorgang 0020 Maßprüfung

Prüfmerkmale

Me...	QL	Stamm...	W...	Version	V...	Kurztext Prüfmerkmal	La...	To...	Methode	W...	Version	Stichpr...	P...	Basis...	SPC-Kriterium	D...	P
10	<input type="checkbox"/>	50000036	7280	1		Längenmaß						F0000001	ST	1,00		F01	
20	<input type="checkbox"/>	50000017	7930	1		Durchmesser 40						0FIX5	ST	1,00		F01	
30	<input checked="" type="checkbox"/>	50000032	7930	1		M 20						0FIX5	ST	1,00		F01	
40	<input type="checkbox"/>	50000040	7930	1		Nutzbare Gewindetiefe 30 mm						0FIX5	ST	1,00		F01	
50	<input type="checkbox"/>	50000036	7930	1		Kernlochtiefe 41 mm						0FIX5	ST	1,00		F01	

Vorgang 0020 Maßprüfung

Prüfmerkmal 20 Durchmesser 40

Quantitatives Prüfmerkmal (untere/obere Toleranz), Einzelergebnisse, Muß-Merkmal, Umfang frei

Allgemeine Daten Quantitative Daten Stichprobe

Stichprobe

Stichprobenverfahren 0FIX5 5 Stück Fixe Stichprobe

Probemengeneinheit ST

Basisprobemenge 1,00

Dynamisierung

Dynam. wie Merkmal 0

Dynamisierungsregel F01 A-Teile Serienanlauf

Material Lieferant

Kunde Hersteller

Obr.č. 18. Příklad plánu namátkové kontroly – díl boltec, (vlastní definice v praxi)

6.3. Vstupní kontrola

Organizace musí stanovovat a uplatňovat kontrolní a jiné činnosti nezbytné pro zajištění, že nakupovaný produkt splňuje požadavky nakupování. To ale neznamená, že automaticky musíte provádět vstupní kontrolu všech dodávek. Vstupní kontrola by měla být nezávislá na výrobě a proto je obvykle zajišťována pracovníky oddělení kvality. Ale kdo vlastně do firmy dostává materiál či nakupované díly? Je to oddělení nákupu, které by mělo zajistit i kvalitní produkty od dodavatele. Když nezajistí kvalitní dodavatele, je nutná vstupní kontrola, která jako činnost neproduktivně jen zvyšuje cenu finálního produktu.

Podle požadavků normy musí být zajištěno, aby výrobek byl v souladu se specifikacemi. To lze zajistit např. smlouvou s dodavatelem, kde se dodavatel zavazuje dodávat přesně to, co je specifikováno. Dalším požadavkem je vytvořit systém pro výběr a hodnocení dodavatelů. Dodavatele lze vybírat například na základě provedených auditů potenciálních i stávajících dodavatelů, kde budou stanoveny požadavky, které musí při auditu dodavatel splnit. Dalším způsobem je výběr na základě různých certifikátů, které je schopen dodavatel předložit (ISO 9001,

ISO 14001, OHSAS 18001, ISO/TS16949). Ve všech případech se ale do jisté míry nelze vyhnout vstupní kontrole materiálů či komponentů. Norma ISO/TS 16949 je založena na procesním řízení organizace. Cíl ISO/TS 16949 je rozvoj systémů kvality, které umožňují neustálé zlepšování, zdůrazňují prevenci neshod a redukci variability a ztrát v dodavatelském řetězci. Neustálé zlepšování musí být explicitně včleněno do plánování kvality a rovněž jako velmi důležitý element celkové politiky řízení kvality zaměřeno na servis (dodávky), náklady a technologie.

Vstupní kontrola je obecně shrnuto monitorování, evidence, řízení a uvolňování vstupujících výrobků, materiálů, hodnocení jejich parametrů a znaků kvality na základě stanoveného kontrolního plánu kvality, který je zanesený v systému SAP, Modul R3.

Modul R3 umožňuje použití přechodových pravidel/dynamické přejímky při kontrole jednotlivých přejímek zmíněných v předchozí kapitole. Součástí modulu je hodnocení výrobků/materiálů, dodavatelů na základě parametrů a znaků kvality jednotlivých přejímek.



Obr.č. 19. Sled podprocesů ve vstupní kontrole (vlastní definice procesu zavedena v praxi)

Výše zobrazené schéma zobrazuje sled podprocesů ve vstupní kontrole, kterými jsou:

- Příprava testovací dávky, do které patří i dodávka na určené místo, popřípadě očištění, vybalení dílu.
- Příprava měřidel, pomůcek potřebných k testování, příprava specifikace, norem a plánu zkoušek
- Samotné provedení vstupní kontroly, včetně zanesení výsledků do systému SAP
- Rozhodnutí o dávce, tím je uvolnění výrobků do výroby, zastavení s možností přetřídění, zlikvidování, předělání i zvláštní uvolnění pouze v ojedinělých případech
- Vyhodnocení a dokumentace, archivace výsledků

Proces rozhodnutí z hlediska vstupní kontroly samotné je pro start dalších výsledků velmi důležitý. V případě uvolnění není potřeba se zabývat detaily, neboť vstupní kontroly se shodují s danými požadavky, jako jsou specifikace, normy atd., tedy je klasifikována shoda.

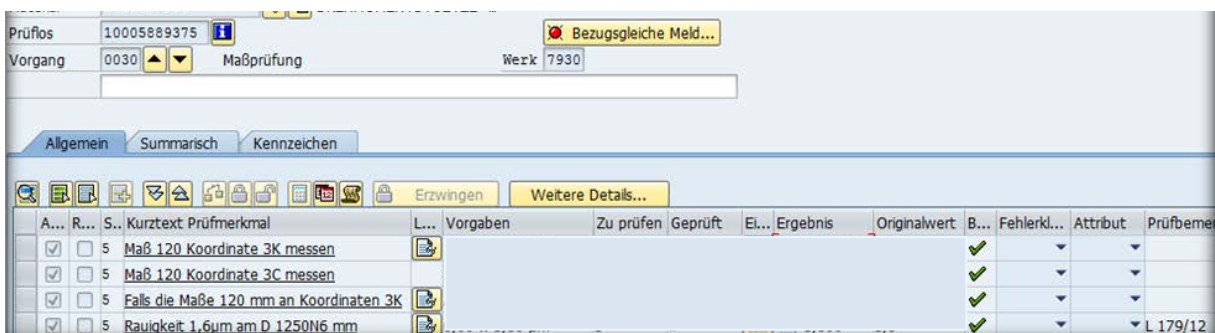
Co je neshoda? K neshodě dochází, pokud minimálně jeden znak kvality vykazuje odchylku od daných specifikací. K neshodě může dojít i z více hledisek, které mohou mít stejnou i rozdílnou důležitost. U stejné nebo velmi podobné důležitosti lze neshody sečíst. V případě rozdílné důležitosti se dělí neshody do několika skupin, při čemž v praxi zavádím pouze dvě skupiny, a) velká důležitost a b) nižší stupeň důležitosti. [13]

Každá neshoda vyvolává reklamační proces u dodavatele, detailněji viz kap. 6.4.

U reklamačních dávek se vypočítává, tzn. AQL (Accepted Quality Level), což jsou přípustné hranice. AQL v žádném případě nevyjadřuje závazek nebo právo dodavatele dodávat neshodné jednotky ve výši AQL hranice. AQL normám podléhají normované výrobky, např. DIN 882, ISO 653 atd. V případě neshody v souladu s AQL hranicí je možné reklamovat, ale není možné se domáhat opatření způsobující náklady vůči dodavateli.

$$\text{AQL počet neshod na 100 jednotek} = \frac{\text{počet neshod v jednotkách}}{\text{celkový počet jednotek}} * 100 [\%]$$

Z praxe je znám přepočítání na ppm, ppm cíle jsou smluvní dané hranice, ty jsou platné pro výkresové díly, při čemž ale opět platí filozofie „zero defects“, nula chyb. V případě neshody, a to i bez ohledu na ppm cíl, dojde k reklamaci v plném důsledku a konsekvencí s nimi spojenými, např. náklady na přetřídění atd.



The screenshot shows the SAP inspection plan (IPI) interface. At the top, there are fields for 'Prüflos' (10005889375), 'Vorgang' (0030), 'Maßprüfung', and 'Werk' (7930). Below this, there are tabs for 'Allgemein', 'Summarisch', and 'Kennzeichen'. A toolbar contains icons for 'Erzwingen' and 'Weitere Details...'. The main table lists inspection points with columns for 'A...', 'R...', 'S...', 'Kurztext Prüfmerkmal', 'L...', 'Vorgaben', 'Zu prüfen', 'Geprüft', 'Ergebnis', 'Originalwert', 'B...', 'Fehlerk...', 'Attribut', and 'Prüfbemer'. The table contains four rows of inspection points, all with 'Geprüft' status and 'Ergebnis' marked with green checkmarks.

A...	R...	S...	Kurztext Prüfmerkmal	L...	Vorgaben	Zu prüfen	Geprüft	Ergebnis	Originalwert	B...	Fehlerk...	Attribut	Prüfbemer
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	Maß 120 Koordinate 3K messen							✓			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	Maß 120 Koordinate 3C messen							✓			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	Falls die Maße 120 mm an Koordinaten 3K							✓			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	Rauigkeit 1,6µm am D 1250N6 mm							✓			L 179/12

Obr.č. 20. Příklad plánu SAP (vlastní realizace z praxe)

6.4. Zavedení a stanovení opatření k zajištění kvality

V případě neshody, chyby u výrobku nebo nakupovaného dílu je nutné informovat dodavatele a požadovat nápravná opatření. Tento proces se obecně nazývá reklamace neboli reklamační řízení a je potřeba ho dostatečně definovat a zavést efektivně v praxi. Obecný model ve formě flow chartu je popsán v následujícím schématu.



Obr.č. 21. Sled podprocesů reklamačního řízení (vlastní definice procesu zavedena v praxi)

Co je rozuměno pod pojmem vada? Vada je konkrétní neshoda od dané specifikace, jako jsou směrnice, technické dokumenty, normy, výkres a kusovník nebo jiné dokumenty stanovené oddělením vývoje (může jimi být i odkaz nebo požadavek v objednávce).

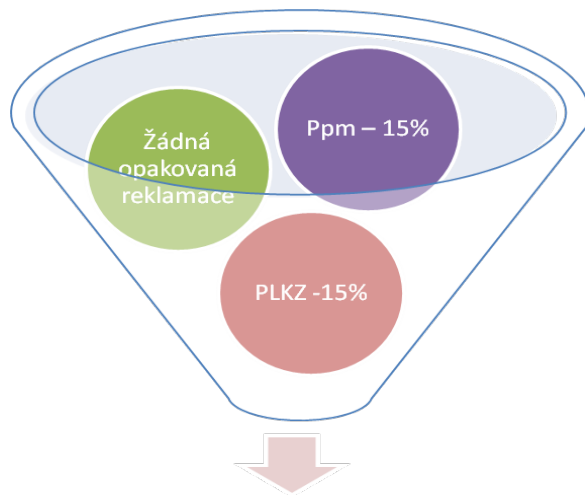
Dále je nezbytně nutné definovat měřené KPI reklamačního procesu, které byly na základě rešerše nadefinovány následovně:

- Opětovný výskyt vady neboli opakovaná chyba
- Počet reklamací interních a externích vyjádřený kvalitativními ukazateli
- ppm a PLKZ (viz. kapitola 5.6)

Každá charakteristika má svůj cíl za účelem sledování hranice a včasné reakce zásahu (viz obr. č. 22)

- Cíl pro opětovný výskyt vady je nula
- Ppm cíle a PLKZ cíle vycházejí z cílů předešlých let, se zohledněním faktu procesu stálého zlepšování a to redukce min. 15%.

V tomto případě nejsou pro prvotní zavedení procesu tyto hodnoty k dispozici, neboť před rokem závod na výrobu mechanických převodovek do větrných elektráren neexistoval.

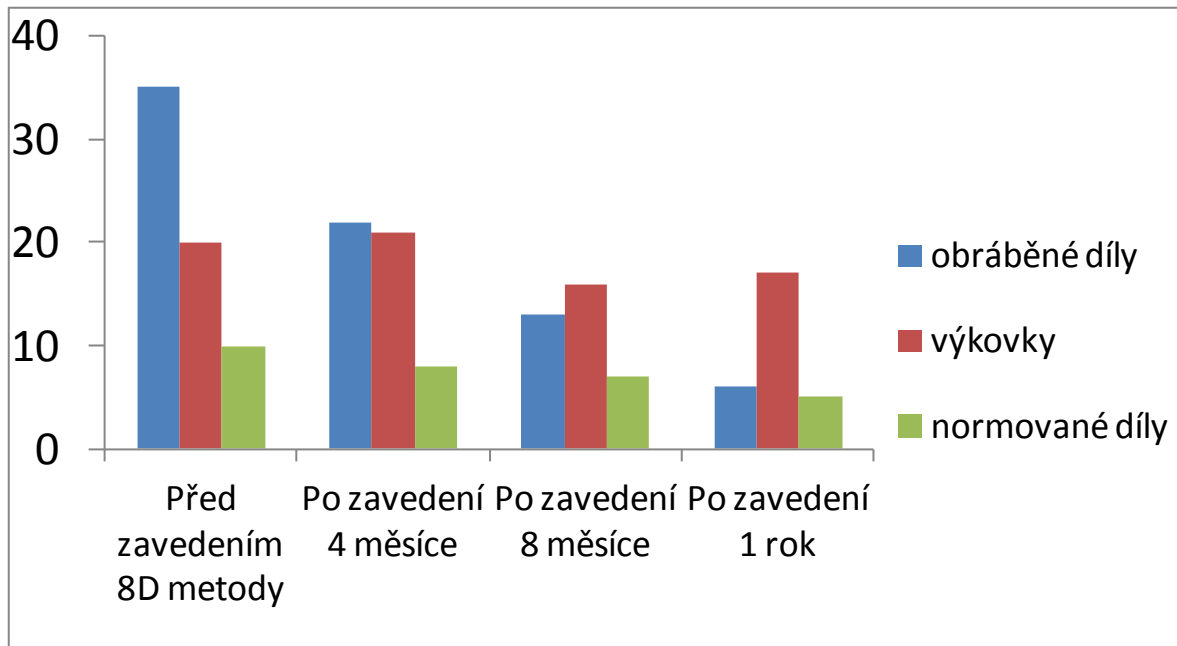


Obr.č. 22. Obecné cíle a požadavky na vstupní kvalitu (vlastní definice procesu zavedena v praxi)

V následujícím kroku je definována metoda, která by měla splnit požadavky na cíle procesu a tím je 8D metoda s cílem zavedení nápravných a preventivních opatření v návaznosti na stanovení příčiny problému a okamžitých opatření. Pro ilustraci je uvedena základní charakteristika použitá při výzkumu. Detailní informace k dané metodě nejsou zapotřebí, neboť metoda je užívána v automobilovém průmyslu a podklady jsou běžně dostupné. Formulář je k nalezení v příloze str. 113.

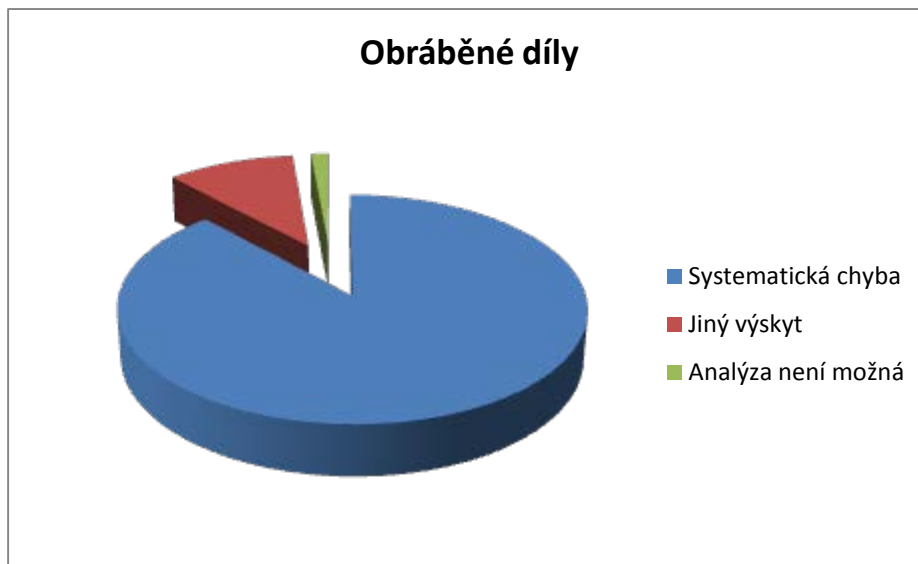
V D1 disciplíně je stanoven tým, který se podílí na řešení problému, každý tým má svého vedoucího a sponzora. Krok D2 popisuje daný problém, odchylku, možná je i fotodokumentace, výtah z technického výkresu atd. D3 definuje okamžitá opatření, která slouží k zajištění odchylky a tím k zamezení opětovného výskytu vady. Okamžitá opatření jsou aktivní do té doby, než jsou zavedena nápravná opatření a ověřena jejich účinnost. D4 disciplína řeší příčinu technickou i organizační, na základě které budou v kroku D5 stanovena nápravná opatření a v kroku D6 zavedena. D6 se zabývá konkrétními opatřeními včetně termínu zavedení a zodpovědnosti. Předposlední disciplína D7 jsou preventivní opatření, která jsou potřebná k vyloučení výskytu vad na podobných produktech nebo procesech. V neposlední řadě D8 disciplína, která slouží jako celkové zhodnocení předešlých kroků a dokumentace podpisů zodpovědných osob. [25]

Následující grafika znázorňuje 4 etapy při zavádění 8 D metody v praxi zaměřené na určité skupiny výrobku, první skupina jsou obráběné díly, druhá skupina výkovky, odlitky, třetí skupina normované díly. Ze statistiky je možné vyčíst, jakou účinnost zavedení 8D metody přináší u obráběných dílů. Počet reklamací se během roku snížil o 85%, normované díly o 50%. U odlitků a výkovků nejsou zaznamenány žádné vylepšení, nýbrž kolísání výsledku.



Obr.č. 23. Grafika srovnání před a po zavedení 8D metody u různých dílců (vlastní vyhodnocení použité pro optimalizaci procesů zavedené v praxi)

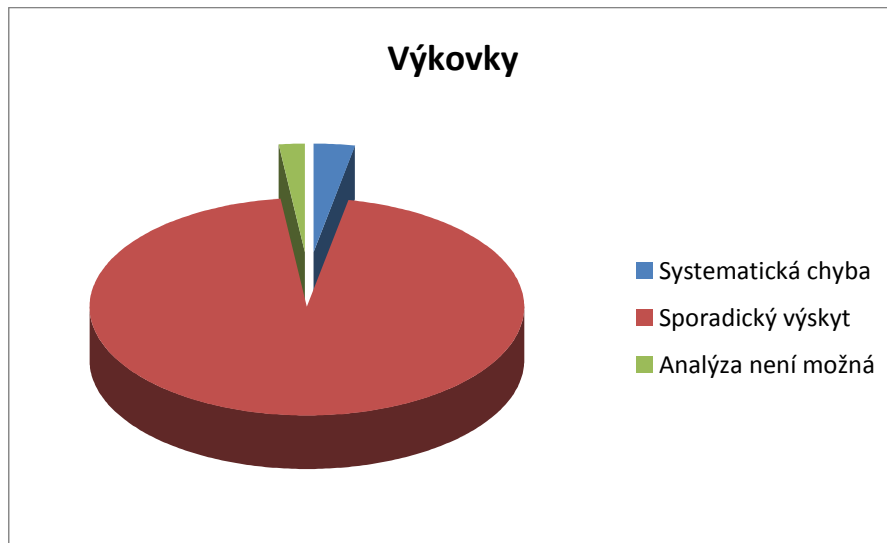
V dalším kroku je nutné analyzovat jednotlivé druhy chyb u těchto tří skupin za účelem definování metody, která přinese požadovaný výsledek u normových dílů stejně jako obráběných výrobků. Je patrné, že nákladná 8D metoda nemá pravděpodobně požadovaných efekt, proto rozeberu tuto metodu podrobněji.



Obr.č. 24. Grafika podíl výskytu chyb u obráběných dílů (vlastní vyhodnocení použité pro optimalizaci procesů zavedené v praxi)

Jak již bylo řečeno 8D metoda obsahuje 8 disciplín tedy 8 kroků, které jsou rozebrány podrobněji v následující pasáži.

Následující analýza prokazuje rozdíl mezi jednotlivými druhy chyb u tří skupin výrobků, je patrné, že 8D metoda je účinná u chyb se systematických výskytem, ale nikoliv u chyb se sporadickým, ojedinělým výskytem.



Obr.č. 25. Grafika podíl výskytu chyb u výkovků (vlastní vyhodnocení použité pro optimalizaci procesů zavedené v praxi)

Pro výskyt těchto chyb se musela zvolit jiná metoda, která zaručí:

- prevenci výskytu chyby a
- v případě výskytu chyby u zákazníka se stanoví opatření k odhalení chyby a opatření k eliminaci výskytu.

Při prevenci výskytu chyby jsou stanoveny cíle:

- nula chyb neboli již zmiňovaná filozofie zero defects
- vstupní kontrola byla zredukována, tedy dodaná dávka bude rovnou uskladněna a dodána do výroby
- pokud by došlo k výskytu chyby, musí být objevena a odstraněna u dodavatele

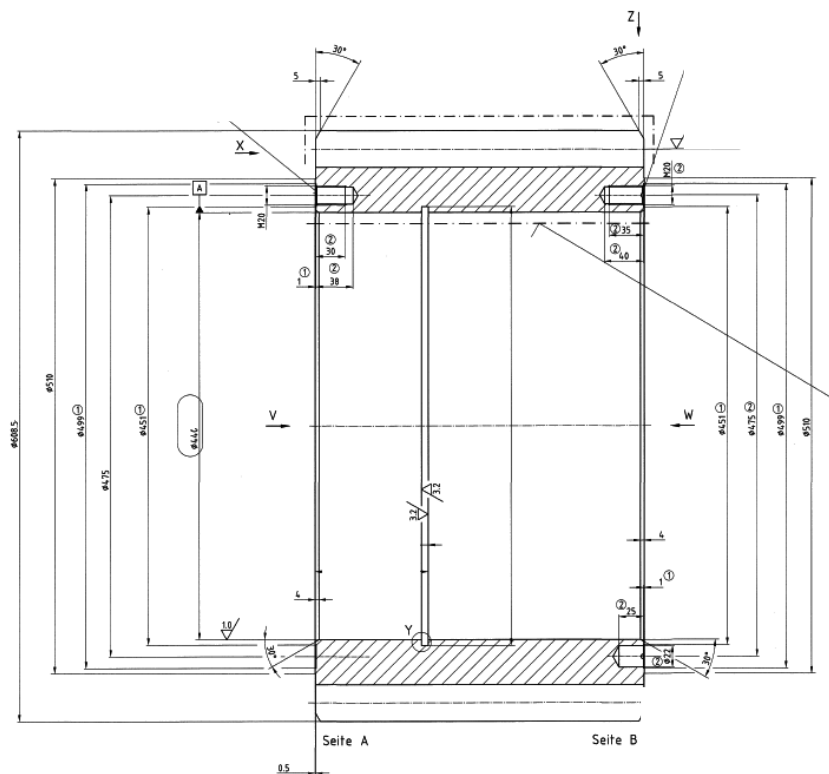
Tento proces není nový pro oblast větrné elektrárny, ale je známý ve stejném měřítku i pro sériovou výrobu. Proces byl pojmenován STS (ship to stock) nebo STL (ship to line). Před jeho plošným zavedením do praxe se bude testovat na pilotním projektu.

Jaké požadavky musí být stanoveny za účelem dosažení cílů a efektivity? V první řadě jsou definovány požadavky na certifikaci minimálně ISO 9001, VDA 6. 1. a požadavky na procesní audit. [23] Nejdůležitější část, tedy kvalitativní, vychází z dosažených praktických zkušeností a řešerší autorky:

- Nulový počet interních nebo externích reklamací (zákaznická reklamace) po dobu 6 měsíců, všechny ostatní reklamace starší 6 měsíců jsou uzavřeny a doloženy nápravnými opatřeními

- Nejméně 4 sériové dodávky v roce byly dodány bez vad, z toho 3 dávky testovány ve vstupní kontrole
- Vzorkování je uvolněné, včetně doložených schopností měřidel, procesů a strojů
- Rekvalifikační zkouška tedy kompletní přezkoušení – převzorkování, stejně jako strategie měření je přesně definovaná
- Kvalitativní smlouvy a cíle kvality jsou od dodavatele akceptovány
- Procesní audit, provedený max. během posledních dvou let je uzavřený s pozitivním výsledkem
- Schopnosti procesu jsou ověřeny.

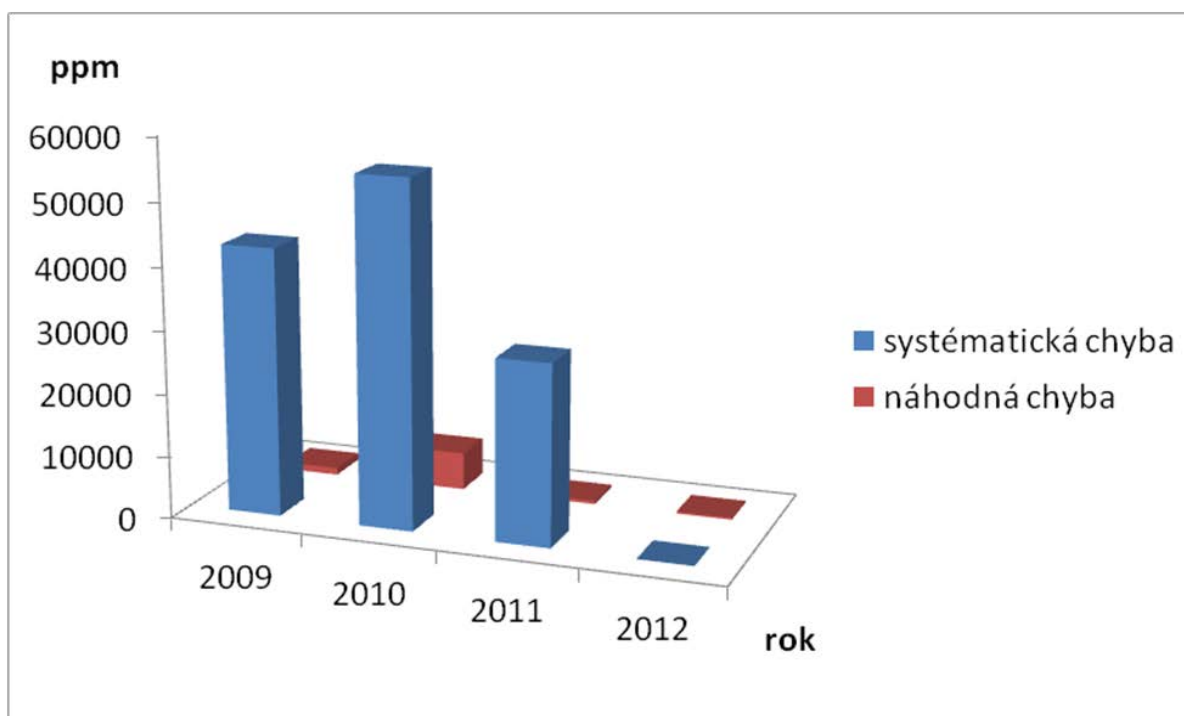
Požadavky jsou aplikovány na vybraném projektu nakupovaných dílů, prvního stupně mechanické převodovky, aby byla ověřena účinnost opatření. Viz příloha str. 109 – 112.



Obr.č. 26. Technický výkres ozubeného kola (interní technická dokumentace)

Požadavky byly splněny dle stanovených kritérií, tudíž je možné aplikovat proces STL, neboli nakupované díly lze předat dalšímu procesu, výrobě. Schopnosti procesů nelze bez změny definice přímo aplikovat do praxe. Zde se musí vzhledem k nízkému počtu dodavek statisticky potřebných k výpočtu schopností stanovit jiná pravidla a soustředit na implementaci detekce u dodavatele. Tím je např. Poka Yoke metoda u dodavatele.

Namátkové plány a vstupní kontrola jsou vynechány a je přísně sledovaná kvalita dílu ve výrobě po dobu jednoho roku, což dokladuje statistika. V roce 2009 a 2010 je poměrně četný výskyt systematické chyby, v roce 2011 během zavádění ppm dochází k redukci ppm, po zavedení koncem roku 2011 a rok 2012 vykazují nulový výskyt systematické chyby, ačkoliv náhodná chyba s minimálním výskytem zůstává.



Obr.č. 27. Srovnání výskytu v ppm systematické a náhodné chyby (vlastní vyhodnocení použité pro optimalizaci procesů zavedené v praxi)

Pro náhodné chyby musí být stanovená jiná metoda, která je svým způsobem jednodušší, ale účelně zamezí a sníží rizika vad nakupovaných dílů ve výrobě nebo výrobním procesu. Detailněji bude tato tematika probrána v následující kapitole.

STL/STS metoda pro systematické chyby je vhodná a bude krok za krokem zavedena na další produkty, vyjma normovaných dílů, pro ty se musí zavést zpřísněná opatření. Metoda se nazývá CTM a je pilotním projektem, to znamená požadavky a další užití bylo stanoveno po konkrétní aplikaci a po implementování prvních poznatků budou na základě leassons lerned nedefinovány standardy a

zavedeny. CTM může vycházet z již známých STS požadavků plus rizika vyplývající z konsekvencí v případě reklamace:

- Logistická FMEA, nebo FMEA procesu, kde jsou celkově zahrnuty logistické procesy. Důvodem jsou kritické procesy a to jsou v případě normovaných dílů logistické procesy, transport, skladování, balení, zaměnění dílů během logistických procesů. Je tedy nutné určit možná logistická rizika a potenciální chyby, vyhodnotit jejich důležitost, výskyt a detekci neboli odhalení. Pro stanovení rizika byl navržen vzorec.

$$RPN_{LOG} = (\text{důležitost} + \text{výskyt} + \text{detekce}) / 3$$

Riziko je vyhodnoceno ve třech doporučených stupních:

I. nízké riziko, $RPN_{LOG} \leq 4$

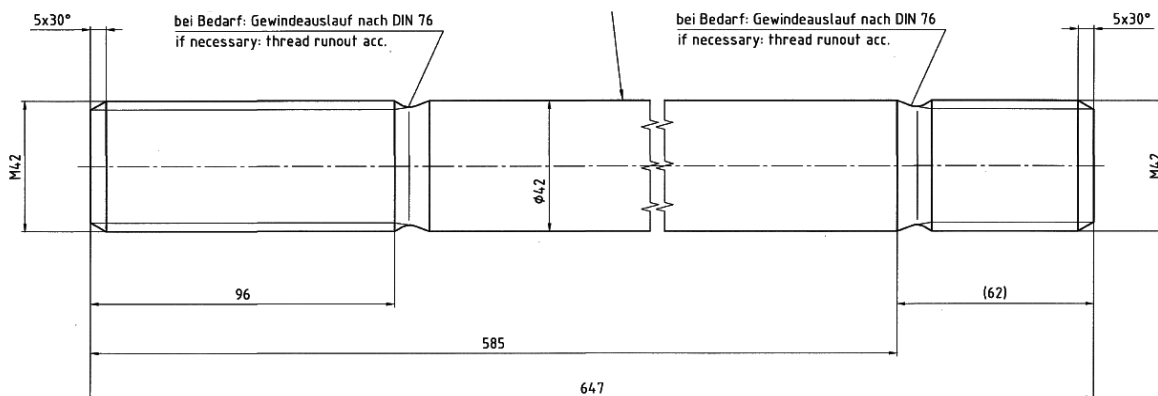
II. střední riziko $RPN_{LOG} (4 - 7,5)$

III. vysoké riziko $RPN_{LOG} \geq 7,5$

Důležitost, výskyt, detekce stejně jako u procesní FMEA jsou na stupnici 1 až 10, ačkoliv se vztupnou tendencí. Toto riziko vyhodnocuje dodavatel a dle požadavku předkládá zákazníkovi.

- Smluvní vyloučení namátkových kontrol, což znamená odkostnění neboli zrušení vstupních kontrol. Zde je nutné smluvní právní ošetření, neboť je tato podmínka v rozporu s HGB.
- Stanovení pevných ppm cílů a to $\text{ppm} = 0$, za předpokladu vyloučení AQL (ve většině případů se jedná o AQL 1 až 2, 10.000 až 20.000 ppm)

I zde je testována úspěšnost procesu na určité skupině výrobků normovaných a DIN dílů.



Obr.č. 28. Technická specifikace - výkres normovaného dílu, šroub s vysokými požadavky na pevnost (technická dokumentace)

Jak již bylo zdůvodněno a ověřeno praxí, pro náhodné chyby a náhodné vlivy je zapotřebí zvolení jiných standardů a jejich zavedení do praxe. Proces vychází ze samotného výskytu vady a stanovení okamžitých opatření za účelem zamezení dalšího výskytu. Řešením je efektivní jednoduchá analýza, viz. obr. 29 níže - proč došlo k výskytu chyby a stanovení opatření, a proč nebyla chyba snadno detekována a musí být stanovena opatření k detekci, jak znázorňuje následující schéma.

V praxi to znamená jednoduchý formulář na základě analýzy. Metoda se stala v roce 2012 standardem a během roku 2013 plošně zavedena ve všech nesériových výrobcích. Standardizovaný formulář je k nalezení v příloze str. 114 -115.



Obr.č. 29. Cyklus detekce a stanovení opatření u náhodných chyb (vlastní metoda a

6.5. Definování ukazatelů zajištění kvality a jejich aplikace

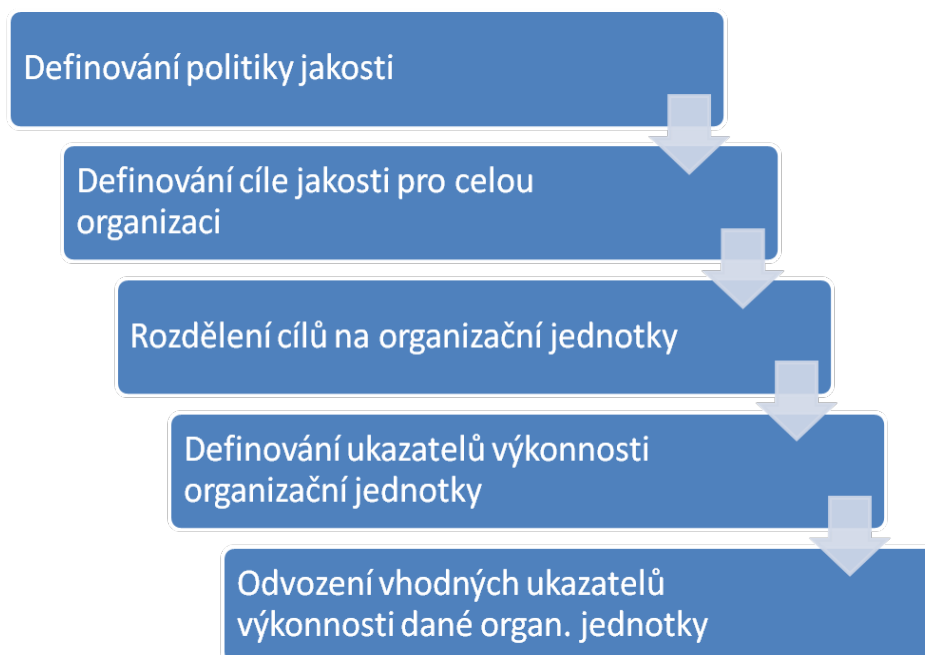
Tato kapitola se zabývá definováním ukazatelů kvality pro vstupní kontrolu a jejich následné efektivní aplikaci v praxi.

V návaznosti na aplikaci požadavků souboru norem ISO 9000:2000, ISO TS 16949 musí všechny typy organizací řešit i problematiku postupů měření a monitorování výkonnosti procesů. V kapitole 8 měření, analýza, zlepšování u ISO 9000 a v kapitole 7.6.1. měření, analýza, zlepšování se totiž takový požadavek vyskytuje. Je nutné vzít v úvahu, že zejména ve výrobních procesech se vždy určitým způsobem výkonnost

měřila a měřit bude a že by tedy alespoň v určitém ohledu nemělo jít o těžko pochopitelný požadavek normy. [20], [22]

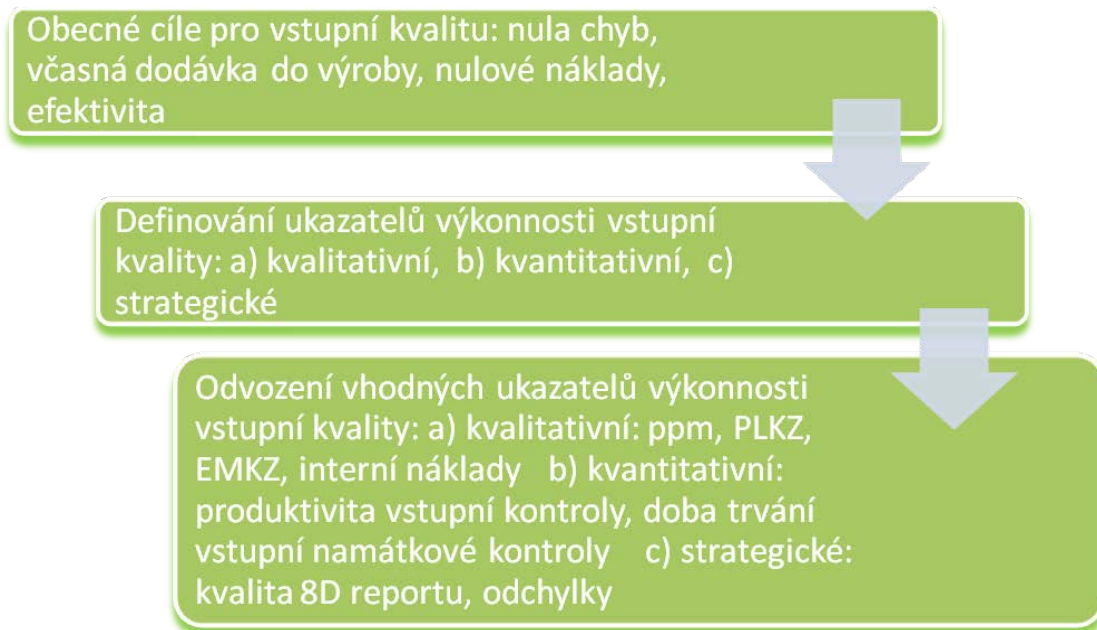
První z problémů, který se bude muset řešit, se týká definic pojmů. Nová názvoslovná norma ISO 9000:2000 totiž pojem „výkonnost“ vůbec nedefinuje. Proto využijeme definici tohoto pojmu podle EFQM: výkonnost je míra dosahovaných výsledků jednotlivci, skupinami, organizací ale i procesy. Jestliže se bude měřit výkonnost, musí se tak činit v porovnání s definovanou, tzv. cílovou hodnotou výsledku.[21]

Pod měřením výkonnosti procesů jsou chápány aktivity, které mají poskytovat objektivní a přesné informace o průběhu jednotlivých procesů, podprocesů, tak aby tyto procesy mohly být jejich vlastníky průběžně, tzn. operativně řízeny za účelem plnění všech požadavků zákazníka. Zákazníkem pro tato měření jsou tedy výhradně vlastníci procesů. Vlastníci procesů sice nemusí přímo výkonnost měřit, je však jejich základní pravomocí výsledky z měření výkonnosti rozpoznat a využívat je k rozhodování a optimalizaci. Bez zpracovaných dat o výsledcích měření výkonnosti procesů totiž objektivní řízení procesů není možné.



Obr.č. 30. Schéma definování cílů (vlastní grafika použitá při optimalizaci procesů)

V systémech managementu řízení kvality se jim říká i ve smyslu kap. 5 dle ISO 9001:2000 cíle. Cíle kvality jsou kvantifikovatelné charakteristiky produktů a procesů, které mají být organizací dosaženy k určitému termínu v budoucnosti. Definice TQM, tak i soubor nových norem ISO vyžaduje, aby cíle byly plánovány pro všechny organizační úrovně.



Obr.č. 31. Schéma postupu odvození cílů pro PUQ (vlastní grafika použitá při optimalizaci procesů)

Cíle kvality nesmí být v rozporu se strategickým řízením organizace a strategie společnosti, kterému se říká politika kvality. V praxi se vychází z jednoduchého schématu, viz předchozí obrázek č. 31, který je aplikován na vstupní kontrolu.

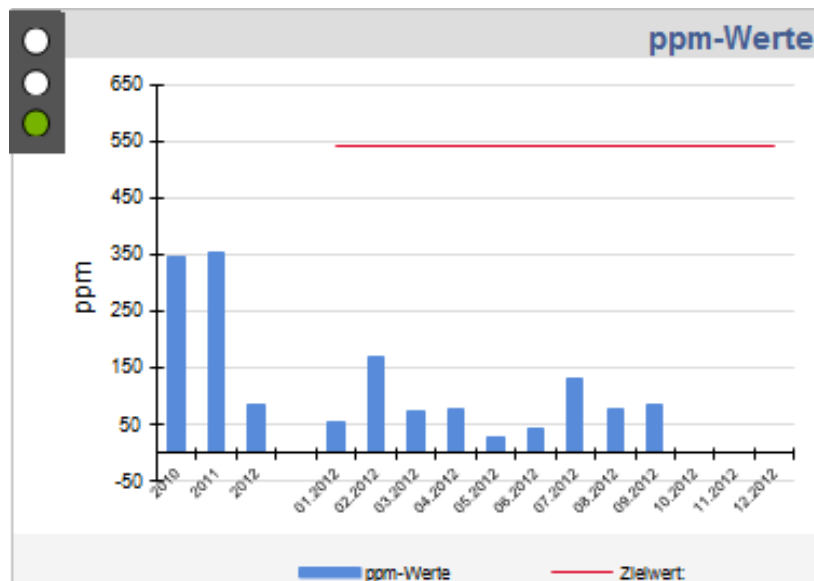
Pro pilotní projekt jsou cíle pevně stanovené. Na jejich základě odvozují organizační jednotky svoje cíle a definují ukazatele výkonnosti vstupní kvality. [27]

6.5.1. Definování kvalitativních ukazatelů vstupní kvality

Při definování ukazatelů jsou zohledněny nejdříve tzv. kvalitativní ukazatele, mezi které patří ppm, PLKZ, náklady, které jsou detailněji popsány níže. Kvalitativní ukazatel a jeho naměřená hodnota vypovídá o okamžitém stavu. Kvalitativní ukazatel je také objektivní s přesnou interpretační hranicí a vztahem k cíli.

Ppm

Zkratka ppm vyjadřuje podíl neshodných výrobků na dávku jeden milion dodaných kusů. Ppm je základní kvalitativní ukazatel v automobilovém průmyslu, kde měsíční dodávky se pohybují od statisíců až po několik milionů kusů. Výsledek jako číslo v jednotkách až desítkách ppm, je velmi dobrý výsledek. Vezmou-li se v úvahu v oblasti větrné energie dodávky minimálně několika kusů až maximálně desítky tisíc, stačí jedna zamítnutá dávka, která způsobí prudký nárůst ppm pohybující se v tisících až stotisících ppm. I za tohoto předpokladu je ukazatel ppm shledán jako vhodný kvalitativní indikátor a případná optimalizace bude shrnuta v další kapitole. Není ale vhodné ani doporučené dosažený výsledek srovnávat s automobilovým průmyslem, např. v rámci benchmarkingu.



Obr.č. 32. ppm graf (příklad z praxe, vlastní realizace)

PLKZ

PLKZ je ukazatel, který vyjadřuje kvalitativní hodnocení dodavatele dle výskytu chyby ve výrobním řetězci. Co to znamená? Čím dříve bude chyba detekována, tím nižší jsou náklady na její odstranění a o to nižší je hodnocení. Ukazatel je v podstatě algoritmus, složený z následujícího vzorce:

$$PLKZ = 1 * S + 2 * W + 3 * M + 4 * F + 5 * K$$

S = schválená odchylka při detekci u dodavatele (např. výstupní přejímka, procesní audity atd.)

W = reklamace ze vstupní kontroly, stoprocentní přejímky nebo náhodné kontroly

M = upomínka při nedodržení termínu

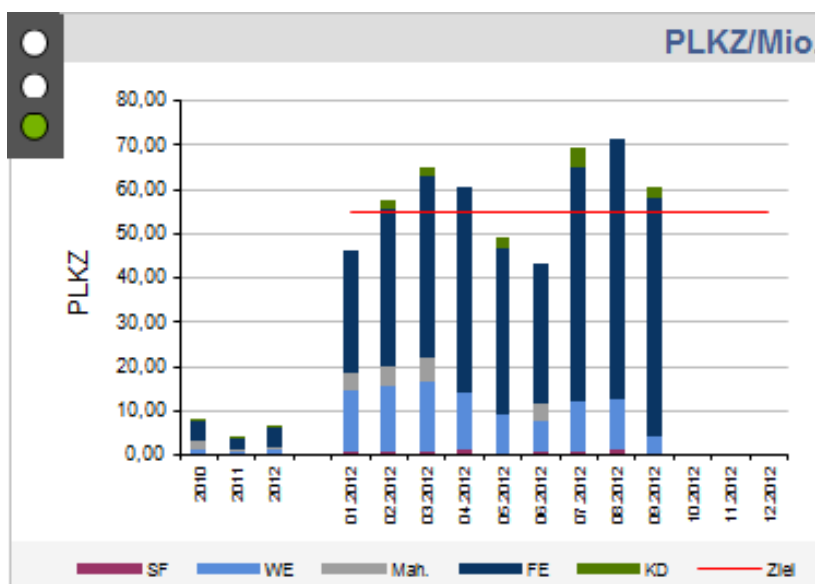
F = výrobní reklamace

K = zákaznická reklamace

PLKZ je tedy absolutní hodnota, nezávislá na dodaných kusech. Ve většině případů se jedná o okamžitý výskyt nezávislý na datu výroby, proto je zaveden nový ukazatel, který tento algoritmus propočítá na „počet dílů, částic na jeden milion“, tedy:

$$PLKZ = 1 * S + 2 * W + 3 * M + 4 * F + 5 * K / 1.10^6$$

Vzhledem k faktu, že ppm je veličina, která charakterizuje automobilový průmysl, je nutné najít ekvivalent, a tím je PLKZ vztaženo k relaci milion dodaných kusů. Což znamená, že daný algoritmus se přepočítá na množství dodaných kusů v dodávce na jeden milion.

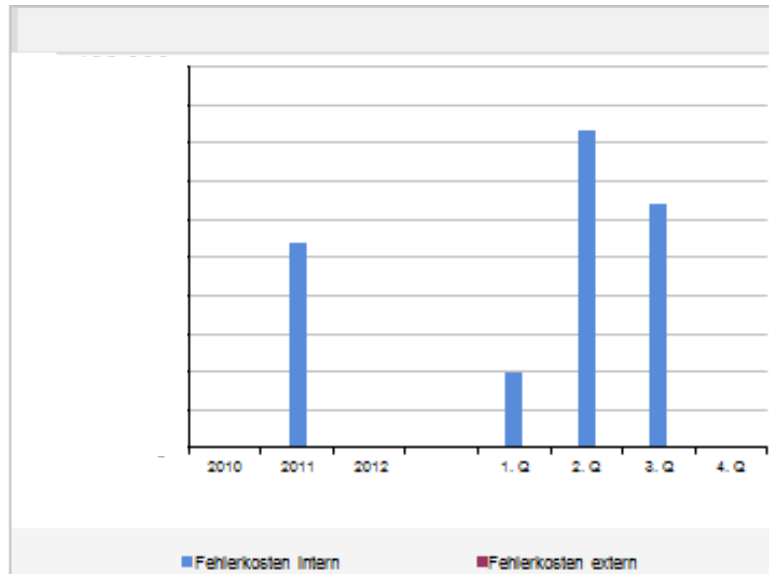


Obr.č. 33. PLKZ/Milion graf (příklad z praxe, vlastní realizace)

Náklady

Třetím ukazatelem, který vypovídá o kvalitě, jsou náklady na zmetkovitost neboli Fehlerkosten. V případě, že neexistují zákaznické reklamace, hovoří se o nákladech interních, tak je to zatím i v tomto případě. Zda bude nutné zavést i ukazatel pro externí náklady na zmetkovitost, ukáže praxe a zkušenosti v průběhu zavádění procesů.

Interní náklady jsou veškeré náklady spojené s odchylkou, mohou jimi být: prostoje ve výrobě, zmetkovitost celého výrobku nebo jeho části, předělání převodovky, např. výměna ozubeného kola. Interní náklady rostou s detekcí chyby. Chyba objevená u dodavatele stojí společnost maximálně zpožděnou dodávkou, chyba objevená ve vstupní kontrole nebo ve výrobě se neobejde bez prostoje, či 100% přejímky.



Obr.č. 34. Náklady na zmetkovitost (příklad z praxe, vlastní realizace)

EMKZ

EMKZ je podobný ukazatel jako PLKZ, ale vztažený na vzorky, tedy popisuje kvalitu a výsledek vzorkování. Sleduje se jeho okamžitá absolutní hodnota, nikoliv hodnota vztažená na dávku jednoho milionu. Důvodem je fakt, že se jedná o jednotlivé kusy, maximálně stovky.

$$EMKZ = 1 \cdot S + 2 \cdot Z + 3 \cdot R + 4 \cdot F + 5 \cdot K$$

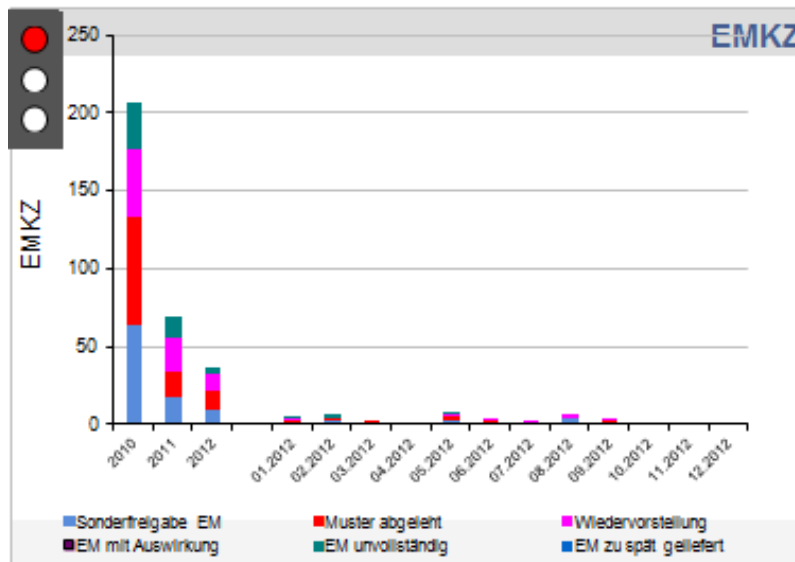
S = vzorkování odchylkou, přičemž detekce může být u dodavatele i zákazníka

Z = vzorkování s nepatrnou odchylkou, odstranění nedostatku je dostatečné až při prvním dodání sériových kusů

R = zamítnutí vzorkování s požadavkem nových vzorků

E = zamítnutí vzorkování s možností předělání vzorků, opravy podkladů atd.

F = pozdní dodání vzorků

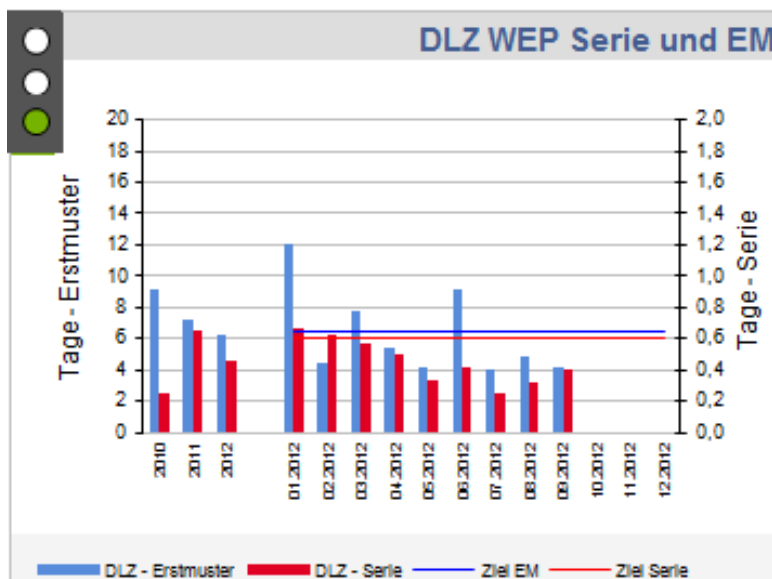


Obr.č. 35. EMKZ graf (příklad z praxe, vlastní realizace)

6.5.2. Definování kvantitativních ukazatelů pro určení vstupní kvality

Kvantitativní ukazatelé jsou východiskem pro využití benchmarkingu mezi jednotlivými závody a zavedení standardizace. Kvantita neboli množství, tedy přeneseno na definici kvantitativní cíl, je takový cíl, který charakterizuje určitá hodnota. Při měření kvantitativních cílů a jejich hodnot je důležité vycházet z relace naměřená hodnota ve vztahu k definovanému cíli. [26]

Doba vstupní kontroly a vzorkování

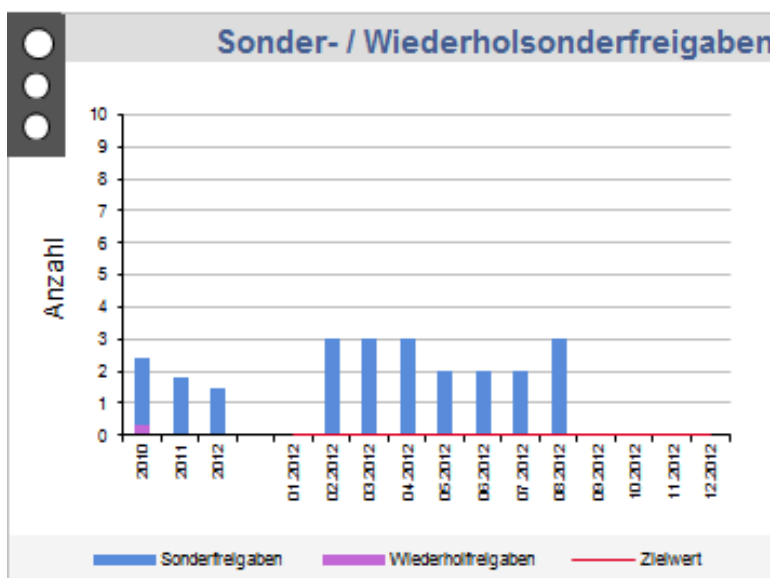


Obr.č. 36. Graf doby trvání zkoušek v sérii a vzorkování (příklad z praxe, vlastní realizace)

Ukazatel „doba vstupní kontroly“ a „vzorkování“ slouží jako vstup k benchmarkingu stejně jako optimalizaci samotné vstupní kontroly. I zde se lze setkat s rizikem, které představuje čas, tedy doba trvání vstupní kontroly během vzorkování. Z kvalitativního hlediska by doba neměla hrát jako ukazatel důležitou roli, ale trend dnešní doby klade důraz na redukci ukazatelů, kde není přidána hodnota a tím je i tento ukazatel, stejně jako nezbytnost dodat nakupované díly dalšímu řetězci a tím je výroba. Doba určení vstupní kvality musí být v relaci s náročností provádění zkoušek u rozdílných dílců.

Zvláštní uvolnění, opakování

Zvláštní uvolnění i opakované zvláštní uvolnění odchylky je absolutní číslo, tedy fakt uvedený v kusech. Opakované zvláštní uvolnění je schválení shodné odchylky se stejnou příčinou. Z hlediska vstupní kontroly nemá tento ukazatel velký význam, spíše se jedná o povinný ukazatel.



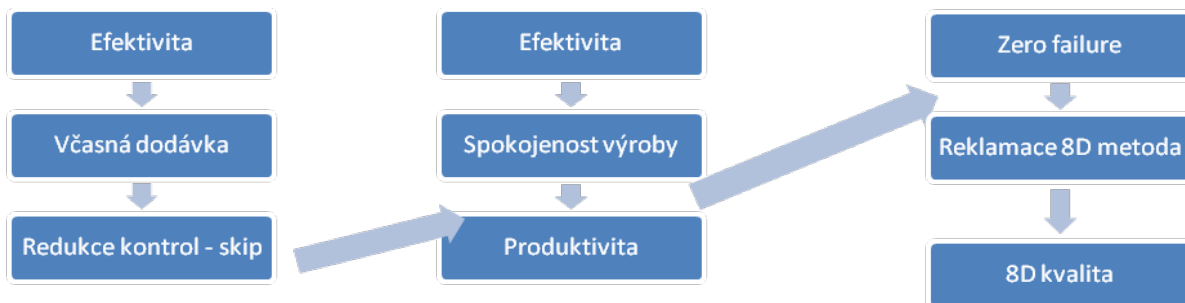
Obr.č. 37. Zvláštní uvolnění (příklad z praxe, vlastní realizace)

6.5.3. Definování strategických ukazatelů vstupní kvality

Aby bylo možné definovat strategické cíle vstupní kvality, je nutné znát a mít k dispozici podklady o strategii společnosti a aktuální SWOT analýzu. Strategické cíle závodu jsou dané obecně, ukazatele pro dosažení jejich cílů jsou součástí této práce a v tomto případě je možné ovlivnit jejich definování a následně charakter.

Při tvorbě strategických cílů je vhodné jednoznačně určit odpovědnost jednotlivých pracovníků společnosti, a předejít tak případným pozdějším nejasnostem při návrhu konkrétních strategických ukazatelů. Při návrhu strategických ukazatelů pro jednotlivé cíle je neméně důležité analyzovat vzájemné závislosti mezi navrženými ukazateli, které budou součástí celkové strategické mapy. [27]

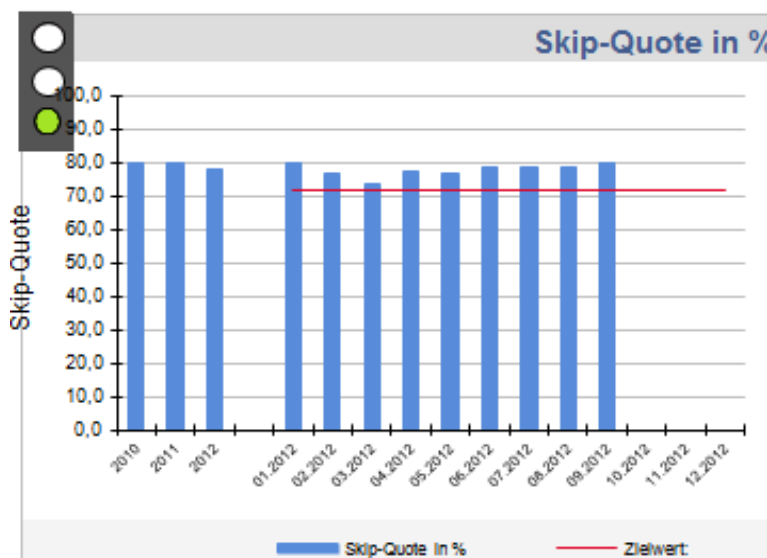
Z toho principu vychází BSC, Balanced Scorecard. Po vytvoření strategické mapy následuje fáze popisu ukazatelů, a především pak parametrů konkrétních metrik. Parametry definované pro jednotlivé metriky mohou být například následující - vzorec výpočtu; jednotka, ve které se metrika počítá; periodicita výpočtu; zdroj informací/dat; zodpovědná osoba za danou metriku; cílová hodnota; přípustná hodnota; hodnoty mezních hodnot pro vyhodnocování.



Obr.č. 38. BSC pro vstupní kontrolu (vlastní grafika použita při optimalizaci procesů)

Skip

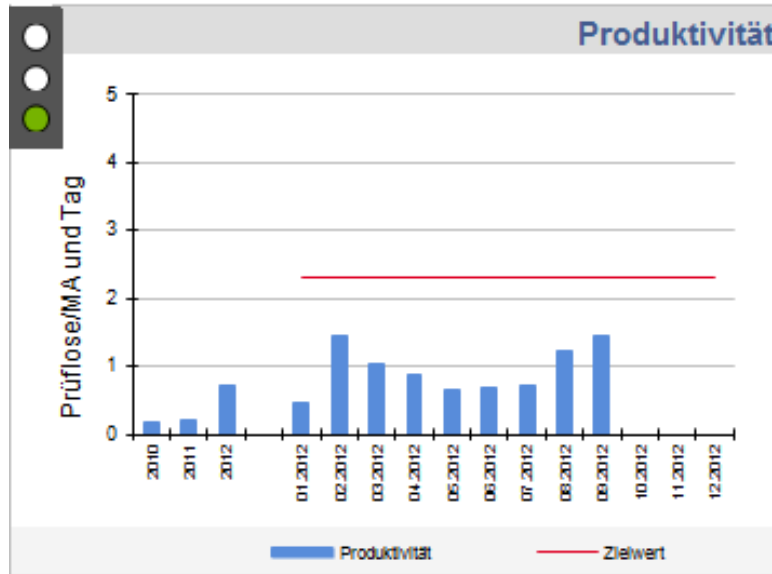
Skip vyjadřuje procentuální podíl dávek, které nepodléhají vstupní nebo namátkové kontrole za jednotku času. U tohoto ukazatele byla prokázána rizikovost, neboť existuje potenciální vada, chyba výrobku bez možnosti její detekce. Tento ukazatel je v konfliktu s dobou vstupní kontroly a pro praxi je nezbytně vhodné najít mezi nimi rovnováhu. Skip ale představuje jednoznačně vizi do budoucna.



Obr.č. 39. Grafika skipu (příklad z praxe, vlastní realizace)

Produktivita

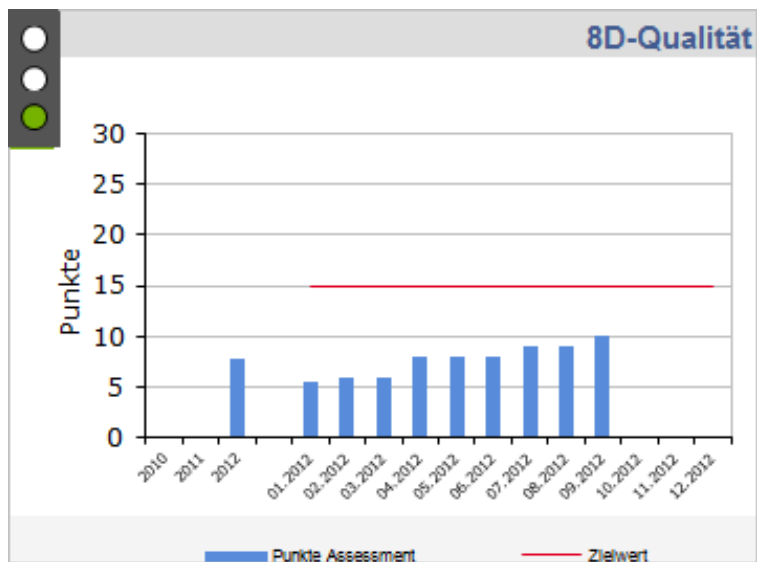
Produktivita je ukazatel, který vyjadřuje míru efektivity přímo ve vstupní kontrole - namátkové zkoušce. Stručně shrnuto, jedná se o objem kontrolovaných dávek na osobu za jednotku času. Tato veličina může být zavádějící, neboť různé nakupované díly mají odlišný charakter zkoušení, např. 2 tunový slévárenský odlitek dle vstupního plánu může trvat až několik hodin, v rozporu s vizuální kontrolou normovaného dílu včetně atestu trvajících několik minut.



Obr.č. 40. Grafika produktivity (příklad z praxe, vlastní realizace)

Assessment (hodnocení) 8D reportů

Hodnocení 8D reportů je na první pohled zavádějící pojem, který by mohl být chápán jako subjektivní hodnocení, ale i zde je třeba zavést objektivní vyhodnocení. Tento ukazatel hodnotí 8D report z pohledu přesně stanovených požadavků zákazníka a zároveň slouží jako motivátor ke stálému zlepšování, tedy minimálně k dosažení žádané úrovně.

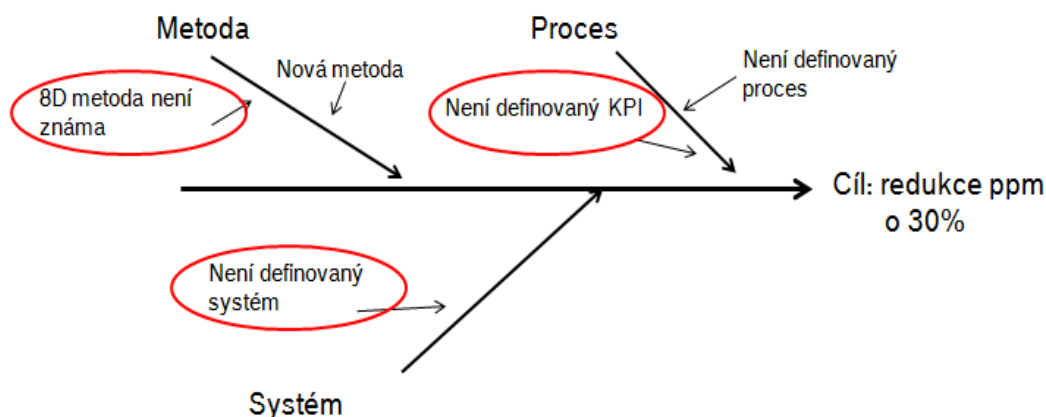


Obr.č. 41. Grafika kvalita 8D reportů (příklad z praxe, vlastní realizace)

6.6. Optimalizace procesů

Optimalizace vstupní kontroly je složitý a komplexní pojem, proto se musí na začátku vymezit dílčí oblasti. V kapitole 6.8 byly definovány a zavedeny procesy a cíle, které budou v následující podkapitole optimalizovány. Teorií optimalizace se zabývá kapitola 2.

Pro identifikaci jednotlivých optimalizací je použita metoda modifikovaného brainstormingu na základě mind mapping. Metoda se jeví jako velmi účinná a pro stanovení potenciálu ke zlepšení logická a nekomplikovaná. I zde je uveden příklad, respektive výsledek. Cíl je vynesena na hlavě „rybí kosti“ a postupně systematicky jsou probrány aspekty, které mají vliv na hlavní cíl. Jako potenciální a klíčové jsou vybrány následující: neznalost 8D metody, nedefinované KPI, nedefinovaný systém. [5]



Obr.č. 42. Modifikovaný Brainstorming Mind Mapping k redukci ppm ukazatele (vlastní poznatek aplikovaný v praxi)

Na základě stanovených ukazatelů (KPI), je možné identifikovat procesy, kde je nutné optimalizovat a stanovit metodu k odhalení příčiny a definovat opatření. Z hlediska priority je nutné se zaměřit nejdříve na procesy s překročenou hodnotou hranic, cílů, posléze dojde k optimalizaci procesů, které se svoji hodnotou pohybují pod stanovenou cílovou hodnotou.

6.6.1. Optimalizace procesů s nedosaženými cíli

Tato kapitola se zabývá optimalizací ukazatelů (KPI), u kterých jsou překročeny mezní hranice, hodnoty cíle a tyto jsou:

- Kvalita 8D reportů
- Produktivita
- PLKZ pro milion
- Interní náklady na zmetkovitost

Kvalita 8D reportů

Kvalita 8D reportů se vyjadřuje počtem získaných bodů s maximální hranicí 30 a minimální 0. Bodování podléhá pravidlům stanovených na základě směrnice a bodovány jsou kroky v 8D reportu od D2 až po D8. Kvalita 8D reportu závisí na pochopení reklamovaného opatření a klíčovým krokem je stanovení příčiny. Od příčiny se odvíjí další kroky, jako jsou nápravná a preventivní opatření. Právě pro zvýšení kvality 8D reportů je zvolena systematika „5 x proč“. Dotazováním se dostává k hlavní příčině vzniku a to neznalost a nezkušenost s metodikou 8D a samozřejmě hlavní příčiny detekce, a tím je následně zavedení CIP.

Jako opatření k odstranění je stanoveno proškolení, trénink popřípadě workshop s dodavatelem na téma 8D metoda. Školení probíhá celoročně ve formě hromadných školení stejně jako formou individuálních tréninků. Jako opatření pro odhalení jsou definovány a zavedeny pravidelné uzavřené okruhy, za účelem identifikace dodavatele s nutností zavedení opatření, sledování trendu pro celé oddělení a podmínky, za kterých je nutné se zabývat hodnocením.

Z níže uvedeného přehledu je zřejmé vylepšení kvality 8D reportu počátečních 0 bodů až na 24 bodů, celkový průměr tak vzrostl ze 4 bodů na 10. Podmínky, kdy je nutné vyhodnotit 8D report jsou:

- vysoký nárůst ppm nebo PLKZ ukazatele
- vysoký nárůst interních nákladů způsobených dodavatelským dílem
- zákaznická reklamace
- opakovaný výskyt chyby.

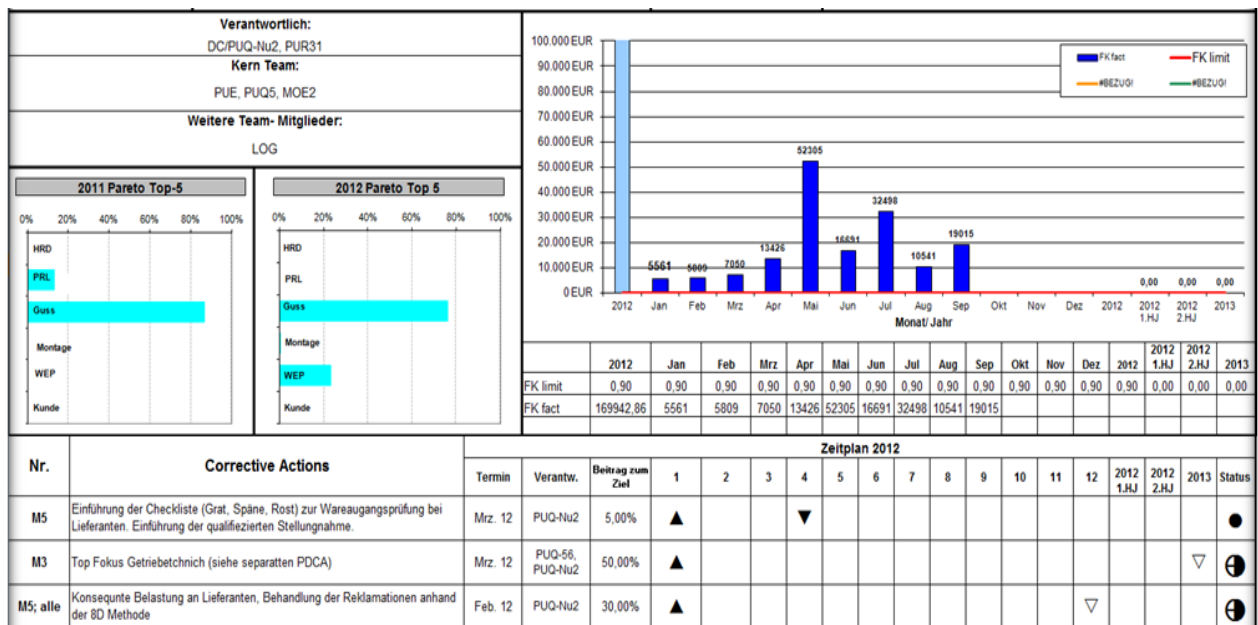
CIP probíhá 1 měsíčně, pokroky jsou zřejmé, tudíž není třeba stanovovat další opatření.

8D Coaching PUQ-Nu2		Prämissen: A. High runner (ppm, PLKZ) B. Failure costs C. Customer claim D. Repeated failure		1x monthly Participation: PUQ-Nu2 / Optional: PUQ3 Review of defined 8D assessments / rejection Internal target PUQ-Nu: 10 8D Assessments / 10 points								
Item	Responsible	Q-Claim Number	Prämissen	RB-Supplier No (RBSNO) / RB-Supplier-Name (RBSNO)	1. 8D Assessment (Team)	2. 8D Assessment (Experte)	8D Experte (Namen)	3. 8D Assessment (at's supplier)	Action:	Responsible:	Date:	Status:
1		200299293	A,B,D		3							
2		200338138	A		23							
3		200338547	A, D		0	8						
4		200334696	C		2	7		17				
5		200341500	C		8	21						
6		200340847	A, B		5	8		24	Worskhop vor Ort	PUQ-Nu2	01.06.2012	eri
7		200355037	C		6							
8		200355173	D		2							

Obr.č. 43. 8D assessment (příklad z praxe, vlastní realizace)

Interní náklady na zmetkovitost

Náklady na interní zmetkovitost jsou sledovány a vylepšovány pomocí metody PDCA, o které je zmínka v kapitole použité metody. Metoda byla zavedena v roce 2012, během roku 2013 se stala standardem.



Obr.č. 44. PDCA interní náklady (příklad z praxe, vlastní realizace)

Produktivita

Produktivita je ukazatel, který vyjadřuje počet vykonaných namátkových kontrol v poměru k času přítomných hodin inspektorů ve vstupní kontrole. Avšak nejde jen o čas, nýbrž i o efektivitu a strukturu vstupní namátkové kontroly. Jak je z názvu

patrné, čím více krát se bude zkoušet, kontrolovat, tím horší bude ukazatel vykazovat výsledky.

Produktivita je komplexní ukazatel, jehož optimalizaci odhaduji jako nejsložitější a bude nejvíce zasahovat do chodu vstupní kontroly. Vstup vychází ze současného stavu, kde ve vstupní kvalitě pracuje 11 zaměstnanců.

Hlavní úkol, úloha PUQ inspektora	Kapacita PUQ inspektora (osoba)
Vstupní namátková kontrola	5
100% zkouška, přezkoušení	0,5
Drobné úpravy, opravy, předělání	0,5
Měření 3D	2
Měření a zaměření slévárenských výrobků	2
Ostatní úlohy	1

Tab. č. 4 Dílčí úkoly včetně kapacity před optimalizací (vlastní tvorba)

Snímkování pracovního dne PUQ inspektora

V dalším kroku je nutné provést plynulým měřením a zaznamenáváním činnosti inspektorů PUQ po určitou dobu s cílem zaznamenat co nejpřesněji aktuální stav PUQ.

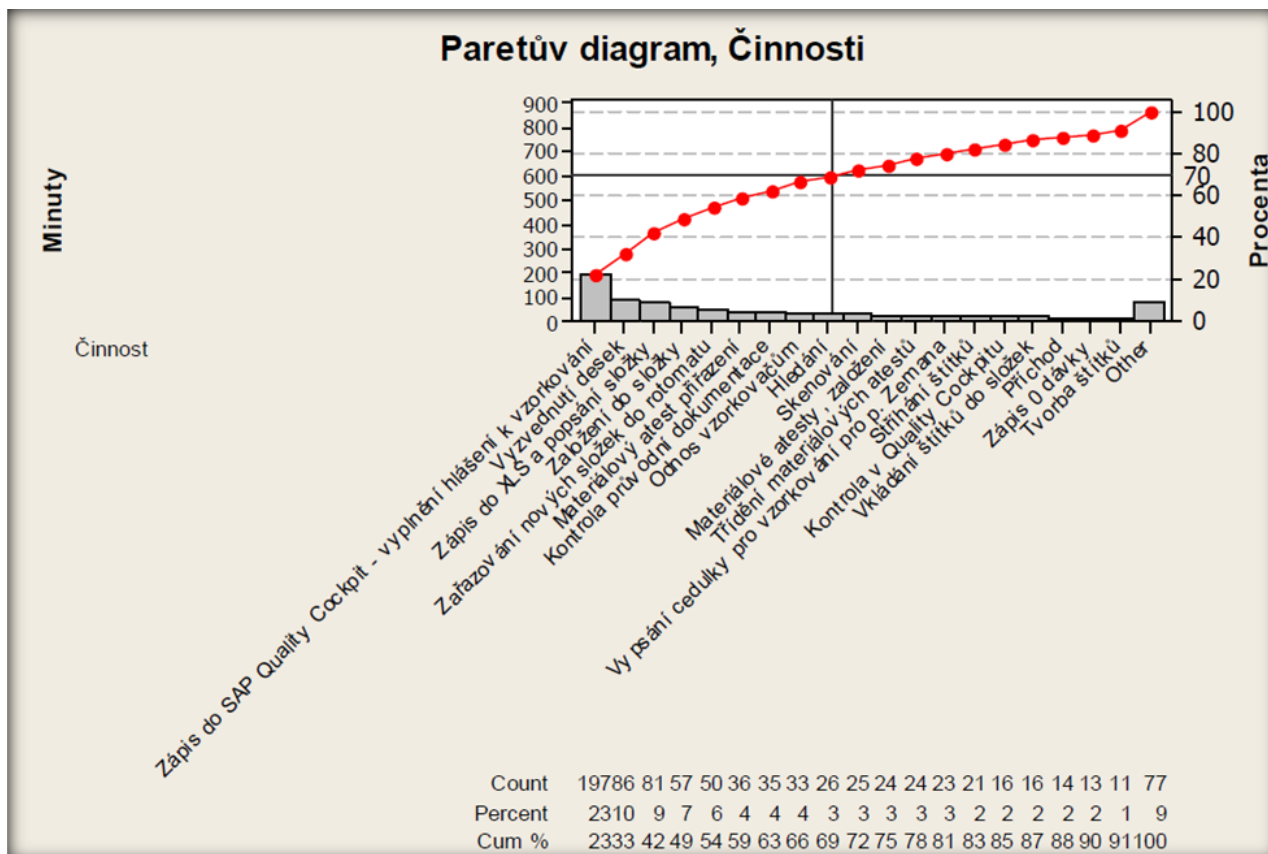
Výhody zvoleného postupu:

- pokud se zvolí dostatečná doba, je zvolená metoda účinná a přesná
- mezi jednotlivými procesy je objasněna souslednost a návaznost
- během metody je možné zároveň provést okamžitou analýzu potřebnou k celkovému zlepšení procesu

Nevýhody:

- Jednoznačně časová náročnost, neboť se rozhoduje po dobu 2 týdnů s cílem získání co největší přesnosti za předpokladu - činnosti se opakují v určitém sledu událostí
- Neobjektivnost, metoda je vykonávána jen jednou osobou, která je zodpovědná za optimalizaci procesů (tedy autor a zodpovědný vedoucí)

Pro zaznamenávání činnosti je navržen formulář, který umožní rychlé vytvoření Paretovy analýzy potřebné ke grafickému vyhodnocení všech činností, viz následující grafika. V tohoto kroku je pozornost zaměřována pouze na činnost inspektora během námtkových kontrol.



Obr.č. 45. Paretův diagram všech činností vstupní kontroly (vlastní tvorba)

Během procesu snímkování je možné identifikovat činnosti, na které se musím zaměřit a ke kterým musím stanovit opatření k optimalizaci.

Administrativa je činnost bez přidané hodnoty, nutná k podpoře následujících činností. Optimalizace spočívá v redukci e-mailové komunikace a zanesení výsledků přímo do systému SAP.

Měření je klíčová činnost, zde nebude proces pro zatím zohledněn pro okamžitá opatření.

Tvorba zkušebního plánu taktéž klíčová činnost oddělení PUQ. Zde jsem zavedla jako účinné opatření vytvoření „family quality inspection plan“ a tuto činnost převedla ze vstupní kontroly k inženýrům kvality, pro které je tato činnost rutinní a umí odhadnout daná rizika na základě zkušeností získaných při reklamačním procesu. Tedy jedná se o částečné strukturální opatření.

Studium výkresu je nezbytné pro případné objevení neshod mezi plánem zaneseným v systému SAP a výkresem, například došlo ve změnovém řízení ke změně rozměrů součástek / dílů na výkresu, který nebyl zohledněn v plánu (princip 4 očí). Zde nebudou zaváděna žádná opatření.

Zápis SAP je nutná činnost, vyplývá z redukce administrativních kroků, také nezavádím žádná opatření k redukci.

Hledání dílce je činnost, kde je nutné proces optimalizovat, více viz Value Stream Design.

Kontrola zkoušek jako princip 4 očí, tedy požadavek ISO/TS 16949 zůstává.

Konzultace je nutné zredukovat zavedením pravidelných CIP, pro začátek je stanoven rytmus na 3x týdně. Zde se budou řešit vyskytlé problémy spojené s procesy, ale i konkrétní případy výkresů atd.

SWOT analýza

Tato analýza slouží k identifikaci silných stránek, slabých stránek, potenciálu a rizik. Teorie je již popsána v předchozí kapitole použité metody.

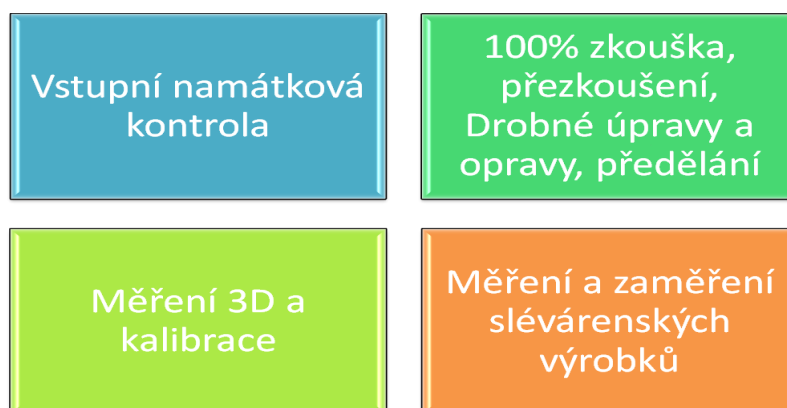
K získání jednotlivých výsledků posloužil procesní audit, který byl proveden jako opatření k získání potřebných vstupů. Obr. č. 46 zobrazuje konkrétní dílčí výsledky již přiřazené k jednotlivým polím.

Jako riziko bylo identifikováno - měření a zaměření slévárenských výrobků. Neboť se jedná o zásadní krok, na kterém jsou závislé následné opracování, a tedy je nezbytně nutné, aby tento krok prováděla výroba nebo jiné oddělení s přidanou hodnotou.

Jako velký potenciál ke zlepšení byla stanovena činnost 3D měření a kalibrace, tato činnost je dostatečně rozvinutá v oddělení výstupní kvality QMM, které mají potřebný počet vybavení a 3D zařízení, tedy tento krok je přesunut do oddělení QMM, kde je i jeho odborná kompetence.

100% třídění výrobků, drobné úpravy a předělání je vyhodnoceno jako slabá stránka PUQ a je nutné se zaměřit na možnost jejího odstranění, řešením je externí provedení nebo interní provedení vykonané externím kvalifikovaným dodavatelem.

Za silnou stránku lze považovat vstupní namátkovou kontrolu, která je ve srovnání (provedený benchmarkingu mezi jednotlivými závody) s ostatními závody automatizována v systému SAP.



Obr.č. 46. SWOT analýza po auditu (vlastní tvorba)

Hlavní úkol, úloha PUQ inspektora	Kapacita PUQ inspektora (osoba)	Po SWOT analýze
Vstupní namátková kontrola	5	3,1
100% zkouška, přezkoušení	0,5	externě
Drobné úpravy, opravy, předělání	0,5	externě
Měření 3D	2	Oddělení QMM
Měření a zaměření slévárenských výrobků	2	Oddělení výroby
Ostatní úlohy	0,5	0,3

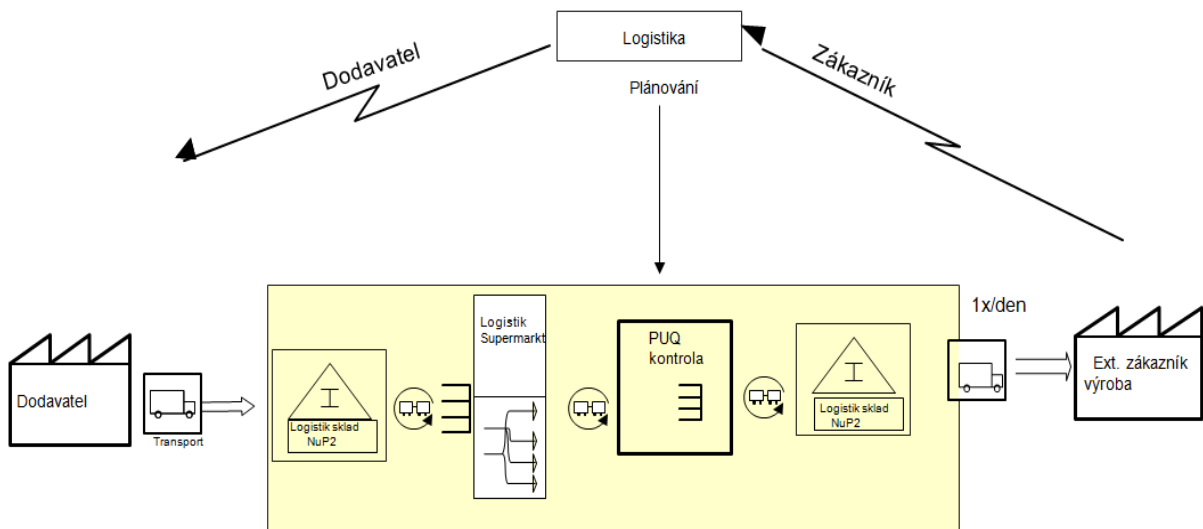
Tab. č. 5 Dílčí úkoly včetně kapacity po optimalizaci (vlastní přínos)

Value Stream Design ve vstupní kontrole

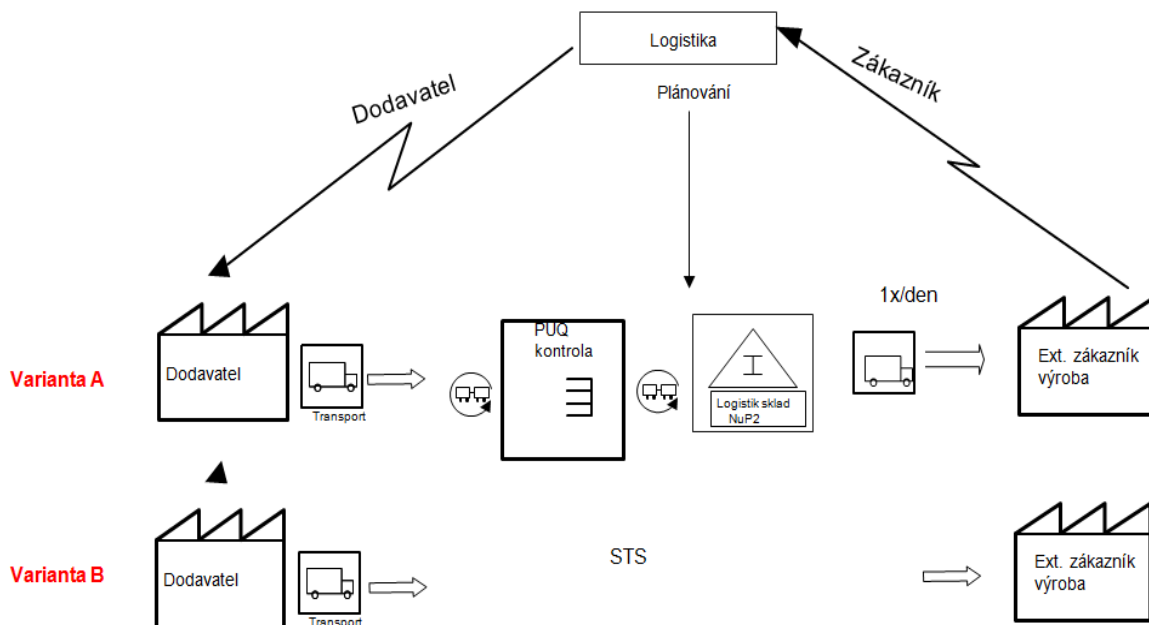
VSD metoda je popsána v kap. 5 použité metody. Postup při VSM ve vstupní kvalitě je následující:

- Pomocí daných symbolů se graficky znázorní současný tok materiálu a spočítají jednotlivé časy
- Definuje se cílový stav toku materiálu opět včetně času
- Stanoví se kvalitativní a strukturní opatření, které je nutné zavést, terminový plán a náklady
- Během zavádění se kontroluje stav a účinnost opatření (např. PDCA), v případě odchylek jsou vyhodnocena rizika popř. navržena protiopatření

Následující obrázek umožňuje identifikovat proces, kde je nutné zavést nápravná opatření a tím jsou logistické a kvalitativní procesy.



Obr.č. 47. VSM tok materiálu ve vstupní kontrole před optimalizací (obecná aplikace VSM ve vstupní kontrole)



Obr.č. 48. VSM tok materiálu ve vstupní kontrole po optimalizaci (vlastní přínos a řešení)

Předchozí obr. je cílový stav, kterého je třeba dosáhnout. Jaká opatření z toho vyplývají pro variantu A?

- Logistická opatření:
 - Zrušení logistických meziskladů
 - Zrušení logistických supermarketů

- Přesun vstupní kvality směrem k logistickému hlavnímu skladu a výrobě
- Kvalitativní – nejsou v tomto případě zapotřebí.

V případě varianty B:

- Logistická opatření:
 - Zrušení logistických meziskladů
 - Zrušení logistických supermarketů
 - Zrušení hlavního skladu
- Kvalitativní
 - Zvýšení kvality dodavatele
 - Přepřepočítání namátkových plánů
 - Smluvní zabezpečení s dodavatelem

Kapitola 6.4 se zabývá obecně problematikou STS. Zavedená opatření na základě VSD přinesla následující úsporu měřenou a vztaženou na jednotkovou dávku:

- 650 metrů transportní dráhy
- 2 hod. transport
- 0,5 – 6 hod. namátková kontrola
- Zvýšení produktivity o 58%
- Zvýšení skipu u namátkových kontrol o 39%

6.6.2. Optimalizace ostatních procesů

V rámci CIP, což je již zmíněný Continuous Improvement Process, jsou optimalizovány i ostatní procesy, které dosahují stanovených cílů nebo jsou pod hranicí zásahu. Důvodem je filozofie společnosti, která vede ke zdokonalování, např. „zero failure“. Mezi tyto procesy jednoznačně patří:

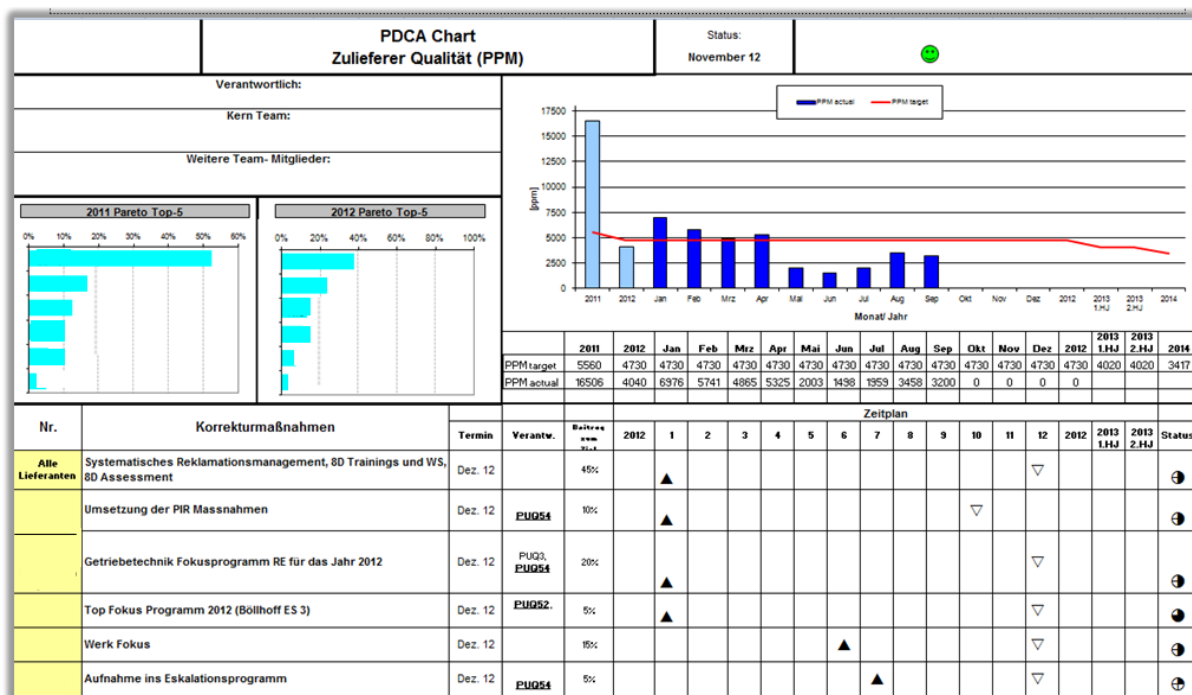
- Kvalita nakupovaných dílů ppm
- Skip
- Doba trvání vstupní kontroly a doba vzorkování

Kvalita nakupovaných dílů ppm

Kvalita nakupovaných dílů v jednotce ppm je dle ukazatelů v cílovém limitu, přesto je nutné stále zlepšovat proces. Cílem je redukce ppm minimálně o 15% oproti výsledkům z předešlého roku. Proto je aplikována metoda stálého zlepšování pomocí PDCA.

Metoda spočívá v identifikaci dodavatelů, kteří během roku způsobí nejvyšší nárůst ppm a nejvyšší počet reklamovaných kusů v kombinaci s Paretovou analýzou. Pro každý případ, tedy pro každého dodavatele jsou plánována opatření, termín a zodpovědnost (Plan). V dalším kroku dochází k zavádění opatření (Do). Měsíčně jsou sledovány výkonnost a účinnost opatření (Check) a jako na závěr dochází k reakci, aktivitám (Act). Celý uzavřený průběh je znázorněn v PDCA grafu, který umožňuje rychle identifikovat problém a efektivně reagovat.

Grafika snadno a rychle identifikuje případný potenciál k rychlé reakci dosažení cílů, což v tomto okamžiku není nutné.



Obr.č. 49. Roční report ppm, PDCA (vlastní upravená metoda po převzetí z automobilového průmyslu)

Vzhledem k faktu, že předešlá metoda se zaměřuje na fakta vztažená na dobu jednoho roku, což je období reportingu, musí být zohledněn výskyt sporadických chyb, které nemají z časového hlediska systematický význam, ale způsobují nepředpokládaný nárůst ppm v daném měsíci. Proto je zavedeno k dané metodice měsíční sledování ppm třech kvalitativně nejslabších dodavatelů. Stejně jako u PDCA jsou definována opatření a sledována jejich účinnost.

Fokus Program

Pro celkové zlepšení situace ppm je zaveden program „focus supplier“. Tato metoda má jak reaktivní tak strategický charakter, neboť kombinuje aktuální potřebu zlepšování s vizí a strategií do budoucna a krátkodobým vyřešení problému. Jak je patrné z názvu, jedná se o dodavatele se špatnými kvalitativními výsledky, ale z hlediska strategie dodavatelů, kteří jsou pro obor obnovitelných zdrojů, důležití.

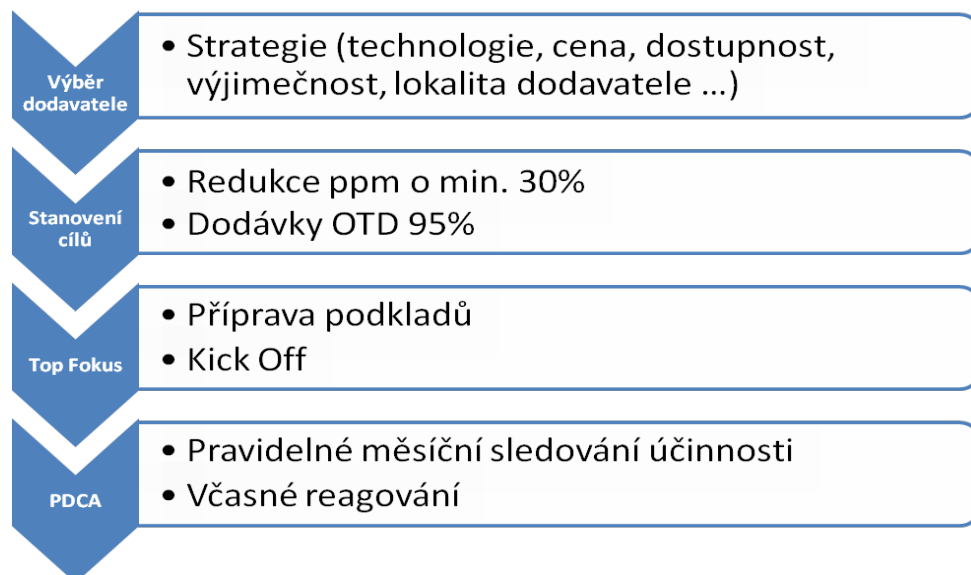
Touto strategií jsou například dostupné technologie, výjimečnost dodavatele, dlouhodobé dodávky, i ceny na trhu.

Spolu se strategickým cílem jsou identifikováni konkrétní dodavatelé a dále již známou metodou PDCA dosahovány požadované cíle, které jsou stanoveny před startem top fokus programu.

Cíle jsou:

- Redukování ppm minimálně o 30%
- Zvýšení „on time delivery“ dodávek na 95%

Následující schéma zobrazuje sled událostí focus supplier, po stanovení cílů připravíme program na start, tedy Kick Off a pravidelně se sledují dosažené výsledky.



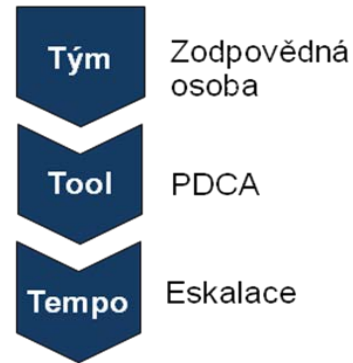
Obr.č. 50. Top Fokus program - schéma postupu (vlastní grafika použita při optimalizaci procesů)

A jaké jsou kroky při postupu aplikace? Obr. č. 51 popisuje jednotlivé kroky během aplikace. Nejprve bude provedena analýza všech stávajících chyb, neshod. Na jejich základě se chyby vyhodnotí např. pomocí paretovy analýzy a přiřadí do třídy dle druhu chyby a její příčiny. Spolu s dodavatelem se stanoví strategie postupu, která je individuální dle dílčích výsledků. V následujícím kroku se definují opatření a časový plán zavedení. Velmi důležitý je krok sledování účinnosti opatření, v případě negativního výsledku je nutné se vrátit o krok zpět k druhu chyby a její příčiny a eskalovat na vedení nákupu stejně jako management dodavatele. Fokus Programm trvá většinou 6 až 12 měsíců, během kterých se musí kvalitativní situaci dostat pod stanovenou hranici cíle. Dle výzkumu je tato metodika velmi účinná rychle a jednorázově zredukovat chyby, často zaváděním Poka Yoke opatření.

Procesní kroky

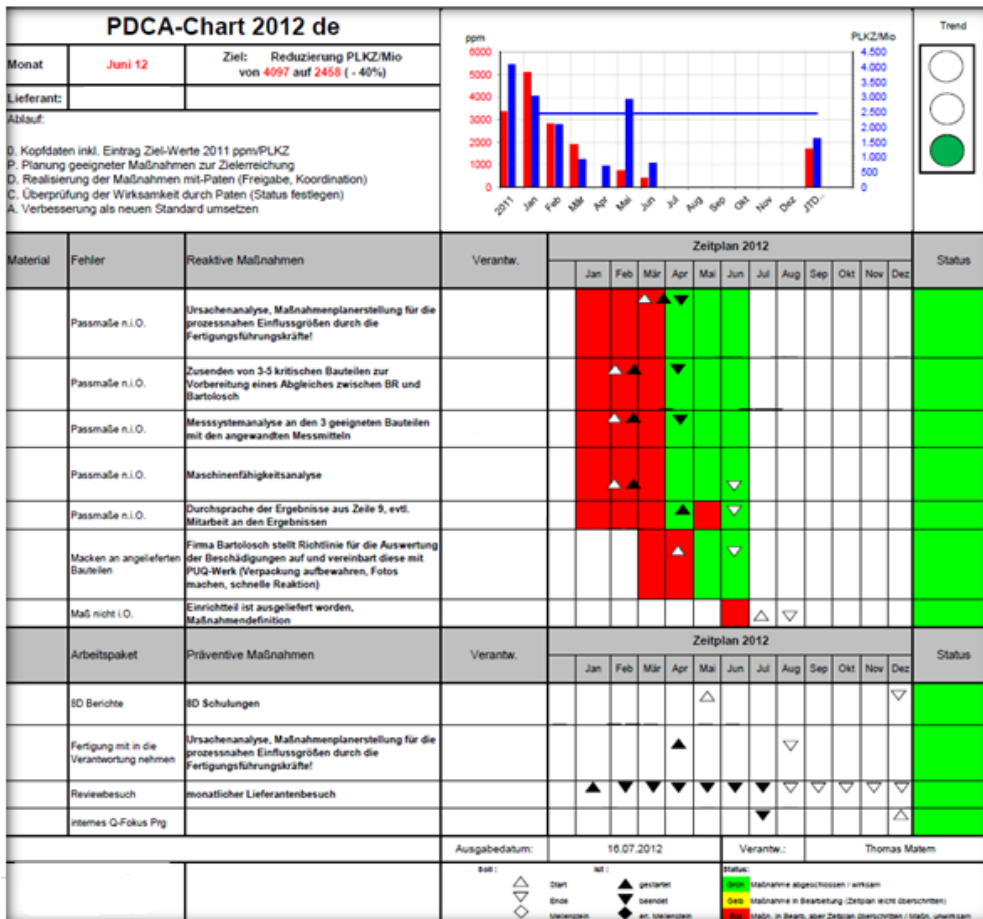
- Analýza chyb a jejich vyhodnocení
- Stanovení priorit a strategie s dodavatelem
- Stanovení opatření s dodavatelem
- Sledování implementace a účinnosti opatření
- Provedení Lessons learned a zavedení

Management



Obr.č. 51. Jednotlivé kroky (vlastní příklad z praxe)

Důležitá je zmínka o PDCA, tedy o nástroji, který se užívá pro dosažení cíle. Nástroj PDCA je obecně popsán v kapitole použité metody a příklad z praxe jako ověření a výzkum účinnosti na následujícím obr.

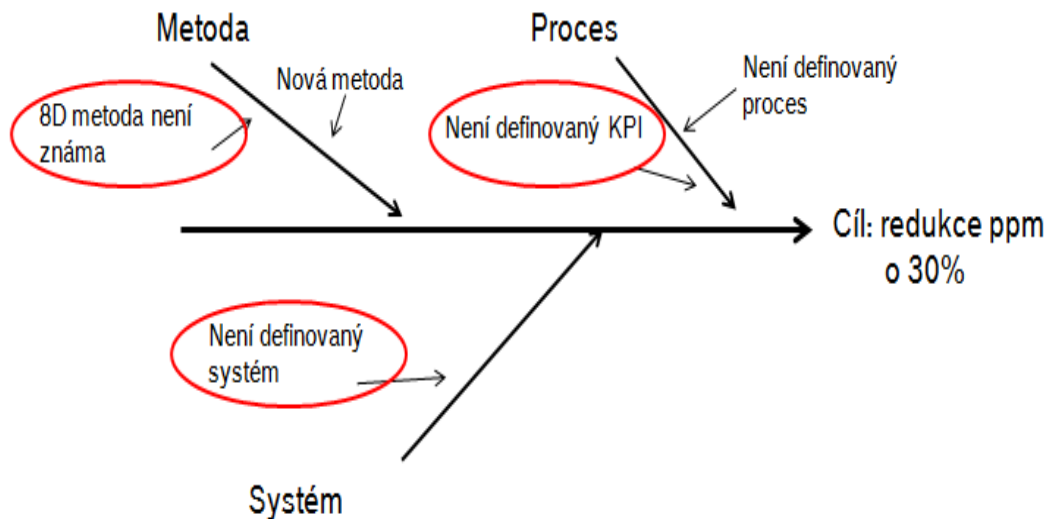


Obr.č. 52. PDCA dodavatele (vlastní příklad z praxe)

Modifikovaný Brainstorming Mind Mapping

Pro identifikaci jednotlivých optimalizací je použita metoda modifikovaného brainstormingu na základě mind mapping. Metoda se jeví jako velmi účinná a pro

stanovení potenciálu ke zlepšení logická a nekomplikovaná. I zde je uveden příklad, respektive výsledek. Cíl je vynesena na hlavě „rybí kosti“ a postupně systematicky jsou probrány aspekty, které mají vliv na hlavní cíl. Jako potenciální a klíčové jsou vybrány následující: neznalost 8D metody, nedefinované KPI, nedefinovaný systém. [5]



Obr.č. 53. Modifikovaný Brainstorming Mind Mapping k redukcii ppm ukazatele (vlastní poznatek aplikovaný v praxi)

6.7. Dosažené výsledky

Prvotní výsledek je rozpoznatelný po SWOT analýze. Vzhledem k charakteru činností vykonávaných inspektory PUQ, není možné do nekonečna optimalizovat počet zaměstnanců nebo naopak počtem zaměstnanců zvyšovat výkon. V této fázi je zkalkulován počet 4,5 - což představuje reálnou hodnotu.

Dále došlo ke zjednodušení činnosti inspektora PUQ, např. založení plánu kvality v systému SAP inženýry kvality, zanesení výsledku přímo do SAP, nikoliv papírová forma. Předělavky a 100% přetřídění výrobků se přesunulo na externího dodavatele.

Pomocí VSD, VSM se zkrátily cykly vstupní kontroly o ca. 1,5 dne a délky transport o materiálu o ca. 800 m. což představuje enormní úsporu nejen pro PUQ, ale i pro oddělení logistiky (varianta A, obr. č: 48).

V neposlední řadě pomocí zavedení STS dochází ke zlepšení kvality a prevence (varianta B, obr. č: 48) a taktéž k úspoře toku materiálu.

Na jednotlivé nedostatky jsou definována opatření, která byla zavedena a sledována jejich účinnost, patrná též z diagramů.

K zlepšení situace „neznalost 8D metody“ byla stanovena a zavedena školení dodavatelů a vyhodnocení 8D reportů.

Déle k tématu „nedefinované KPI“ jsou stanoveny přesně charakteristiky a četnost jejich vyhodnocení, měření a systému stálého zlepšování.

„Nedefinovaný systém“ je složitější pojem, v podstatě se jedná o definování celého komplexu, tedy:

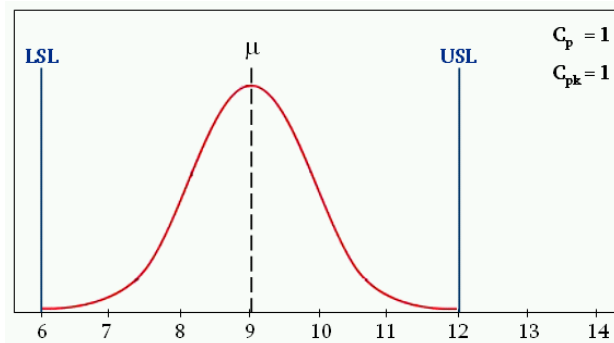
- Ukazatelů, KPI a zavedení v praxi
- Definování CPI a pravidelných termínů, hodnocení a taktéž zavedení v praxi.

Optimalizované grafy je možné najít v příloze strana 116.

6.8. Optimalizace procesů v preventivní činnosti

Preventivní činnost kvality je obor, který se zabývá metodami před samotným spuštěním sériové výroby a klade důraz na minimální náklady během sériové výroby. Jedním z podstatných metod je schopnost procesů neboli způsobilost procesu a její regulace v sérii.

Způsobilost procesu (Process Capability) je schopnost procesu trvale poskytovat produkty splňující požadovaná kritéria kvality. Znalost způsobilosti procesu je u výrobce důležitým podkladem pro plánování a zlepšování kvality procesů a produktů. Informace o způsobilosti procesu zákazníkovi poskytují důkaz o tom, že produkt vzniká ve stabilních podmínkách zabezpečujících pravidelné dodržování předepsaných kritérií. K jejímu hodnocení způsobilosti procesu se používají indexy způsobilosti. [10]



Obr.č. 54. Normální rozdělení u C_p/C_{pk} [9]

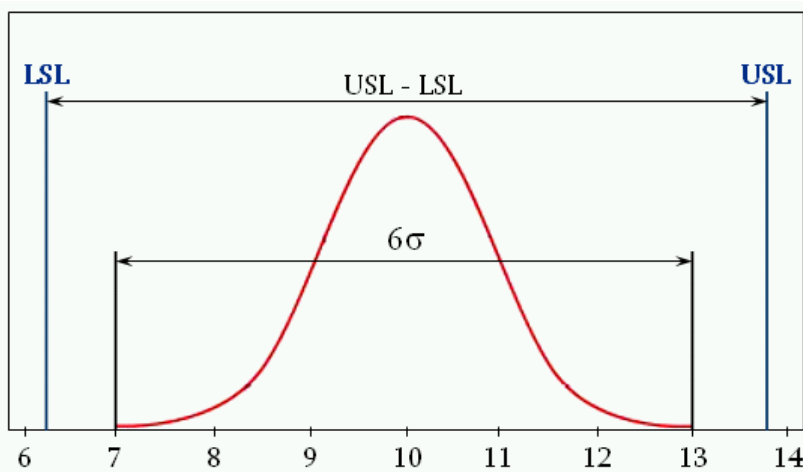
Indexy způsobilosti porovnávají předepsanou maximálně přípustnou variabilitu hodnot danou tolerančními mezemi se skutečnou variabilitou sledovaného znaku kvality dosahovanou u statisticky zvládnutého procesu. Před vyhodnocením způsobilosti procesu pomocí indexů způsobilosti musí být splněny dvě základní podmínky:

- proces musí být statisticky zvládnutý,
- využití regulačního diagramu rozdělení sledovaného znaku kvality musí odpovídat normálnímu rozdělení. Přibližné posouzení normality lze provést na

základě sestrojeného historgramu a exaktně se normalita ověřuje použitím některého z testů dobré shody (např. test chí-kvadrát)

Nejčastěji jsou využívány indexy C_p a C_{pk} , které posuzují potenciální a skutečnou schopnost procesu trvale poskytovat výrobky vyhovující tolerančním mezím. [17]

V současné době se obvykle považuje proces za způsobilý, když hodnota indexů způsobilosti dosahuje minimálně hodnoty 1,33 ($C_p \geq 1,33$, $C_{pk} \geq 1,33$). Tento index je mírou potenciální schopnosti procesu zajistit, aby hodnota sledovaného znaku kvality ležela uvnitř tolerančních mezí, a hodnota tohoto indexu je poměrem maximálně přípustné variability a skutečně dosahované variability sledovaného znaku kvality bez ohledu na jejich umístění v tolerančním poli. [18]

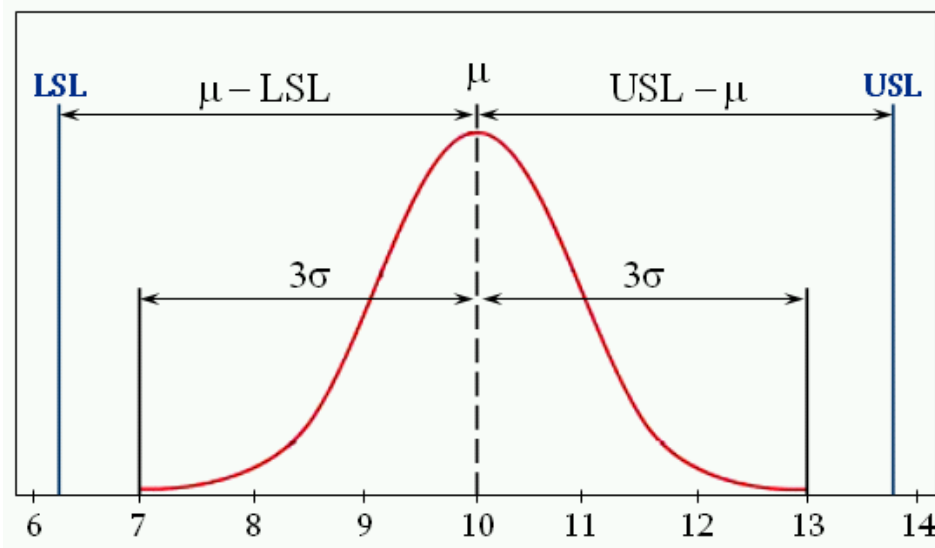


$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Obr.č. 55. Schopnost procesu – rozmezí [9]

LSL je dolní toleranční mez, USL horní toleranční mez a $USL - LSL$ představuje toleranční pole, kde se pohybuje σ směrodatná odchylka s μ neboli střední hodnota.

Tento index charakterizuje skutečnou způsobilost procesu dodržovat předepsané toleranční meze a na rozdíl od indexu C_p , zohledňuje nejen variabilitu sledovaného znaku, ale i jeho polohu vůči tolerančním mezím. Jeho hodnota tohoto indexu je poměrem vzdálenosti střední hodnoty sledovaného znaku od bližší toleranční meze k polovině skutečné variability hodnot. Více viz jednoduchý, ale přehledný diagram.[18]



$$C_{pk} = \min \{ C_{pL}; C_{pU} \}$$

$$C_{pL} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

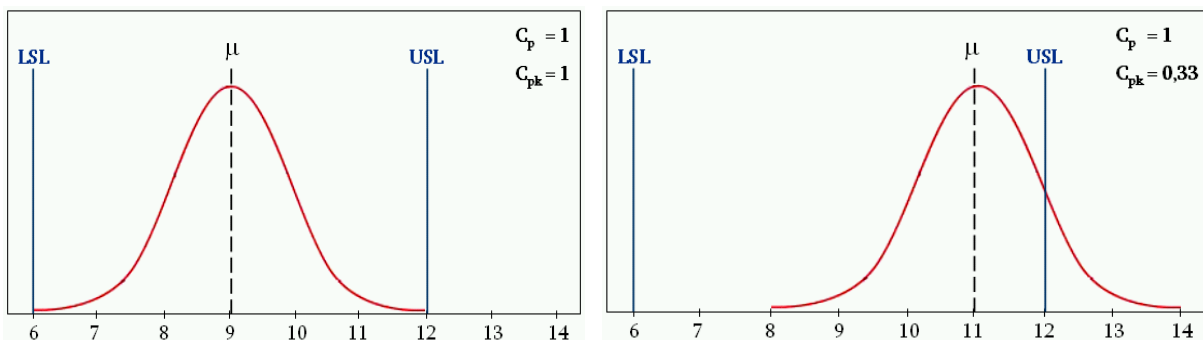
$$C_{pU} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}$$

Obr.č. 56. Schopnost procesu, LSL, USL [10]

Každý z indexů charakterizuje způsobilost procesu jiným způsobem a jejich výsledná hodnota nemusí vždy jednoznačně odrážet způsobilosti, doporučuje se uvádět jejich kombinace a rovněž grafické zobrazení sledovaného znaku kvality (např. pomocí histogramu) vůči tolerančním mezím. [9]

Shrnutí:

- Zatímco na základě hodnot indexu C_p by bylo v obou případech rozhodnuto o tom, že proces je potenciálně způsobilý, u indexu C_{pk} by na základě jeho hodnot (0,33) byl proces vyhodnocen jako nezpůsobilý
-



Obr.č. 57. Srovnání schopností [10]

- To je způsobeno tím, že index C_p porovnává pouze maximálně přípustnou variabilitu procesu (rozdíl USL a LSL) se skutečně dosahovanou variabilitou (6σ) a neposuzuje polohu vůči tolerančním mezím.
- Proto v obou případech vyšla stejná hodnota indexu C_p i když z pravého obrázku je vidět, že proces není uvnitř tolerančního pole, tzn., že je nezpůsobilý.

- Schopnost procesu je možná aplikovat na sériové výroby, tzn. na výroby s konstantním a určitým počtem kusů, například pravidelné denní dávky 1000 ks.

6.8.1. Postup hodnocení způsobilosti procesů v nesériové výrobě

U nesériových výrob, tedy výrob s nekonstantním a nestabilním počtem vyrobených kusů je nutné najít vyvážený vztah mezi teorií a praxí. To je možné pragmaticky aplikovat na dodavatelské procesy. Předpokladem je identifikace schopnosti procesů přímo u dodavatele. Navrhovaný postup vychází z následujících kroků:

- Volba vhodného znaku kvality, charakteristiky
- Ověření počtů kusů ve výrobě. V případě, že počet kusů bude menší, rozdělím několikadenní až měsíční produkci na jednotlivé dílčí jednotky, tak abych dostala počet 50 kusů.
- Analýza systému měření zvoleného znaku
- Shromáždění údajů z probíhajících procesů
- Zobrazení rozdělení sledovaného znaku pomocí histogramu
- Posouzení statistické zvládnutelnosti procesu. V případě, že schopnost procesů není dána, jak požadováno, jsou zaváděny 100% přejímky u dodavatele a jako zajištění a ověření shody pak namátkové kontroly ve vstupní kontrole. Cílem je zamezení prostoje ve výrobě v případě detekce chybového výrobku.
- Ověření normality sledovaného znaku kvality.
- Výpočet indexů způsobilosti a jejich porovnání s požadovanými hodnotami.
- Případný návrh a realizace opatření ke zlepšení procesu. Tento krok je velmi důležitý. Zlepšení vychází z nalezení nového technologického řešení, např. jiný koncept obrábění nebo koncept upevnění při obrábění.

Pro realizaci je zvolen pilotní výrobek.

Další postup vychází z navrhovaného postupu:

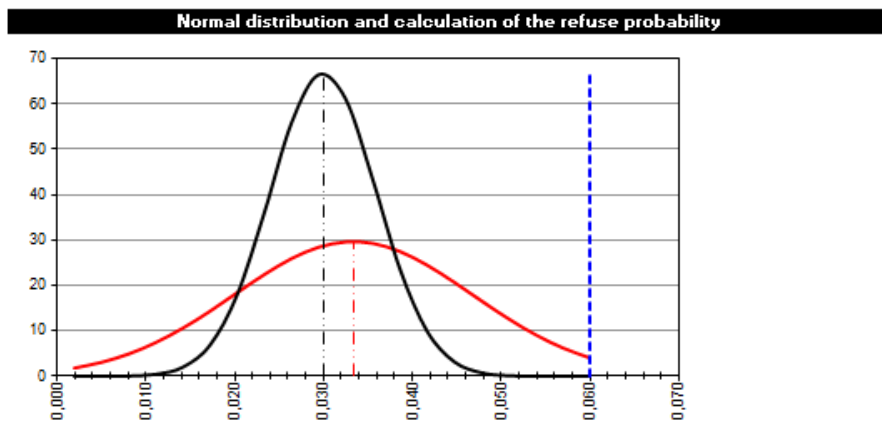
- Znak kvality délka 147,70 cm s tolerančním pásmem -0,070 cm tedy dolní hranice 147,630 cm a horní hranice tolerance 147,700 mm.
- Ověření počtů kusů ve výrobě, počet dávek kolísá mezi 100 až 630 kusy, stabilita procesu je možná, pro definici zvolím tedy 50 kusů.
- Analýza systému měření zvoleného znaku: znak bude měřen 3D systémem Zeiss, Cg, Cgk je 1,68 a GRR se pohybuje kolem 5,65. Měřidlo je schopné posoudit způsobilost procesu.
- Shromáždění údajů z probíhajících procesů

- Zobrazení rozdělení sledovaného znaku pomocí histogramu a posouzení statistické zvládnutelnosti je možné sledovat na obrázcích č. 59 a 58 viz níže.
- Ověření normality sledovaného znaku a výpočet indexů způsobilosti je taktéž možné vyčíst z grafik. Cp / Cpk je 1,80 / 1,71, což je zhodnoceno jako proces způsobilý. Cp / Cpk je požadováno 1,67. Avšak z grafických znázornění je patrný offset, tedy posunutí
- Případná častější výměna nástroje během obrábění a změna konceptu upevnění výrobku v nástroji vede ke zlepšení procesu.

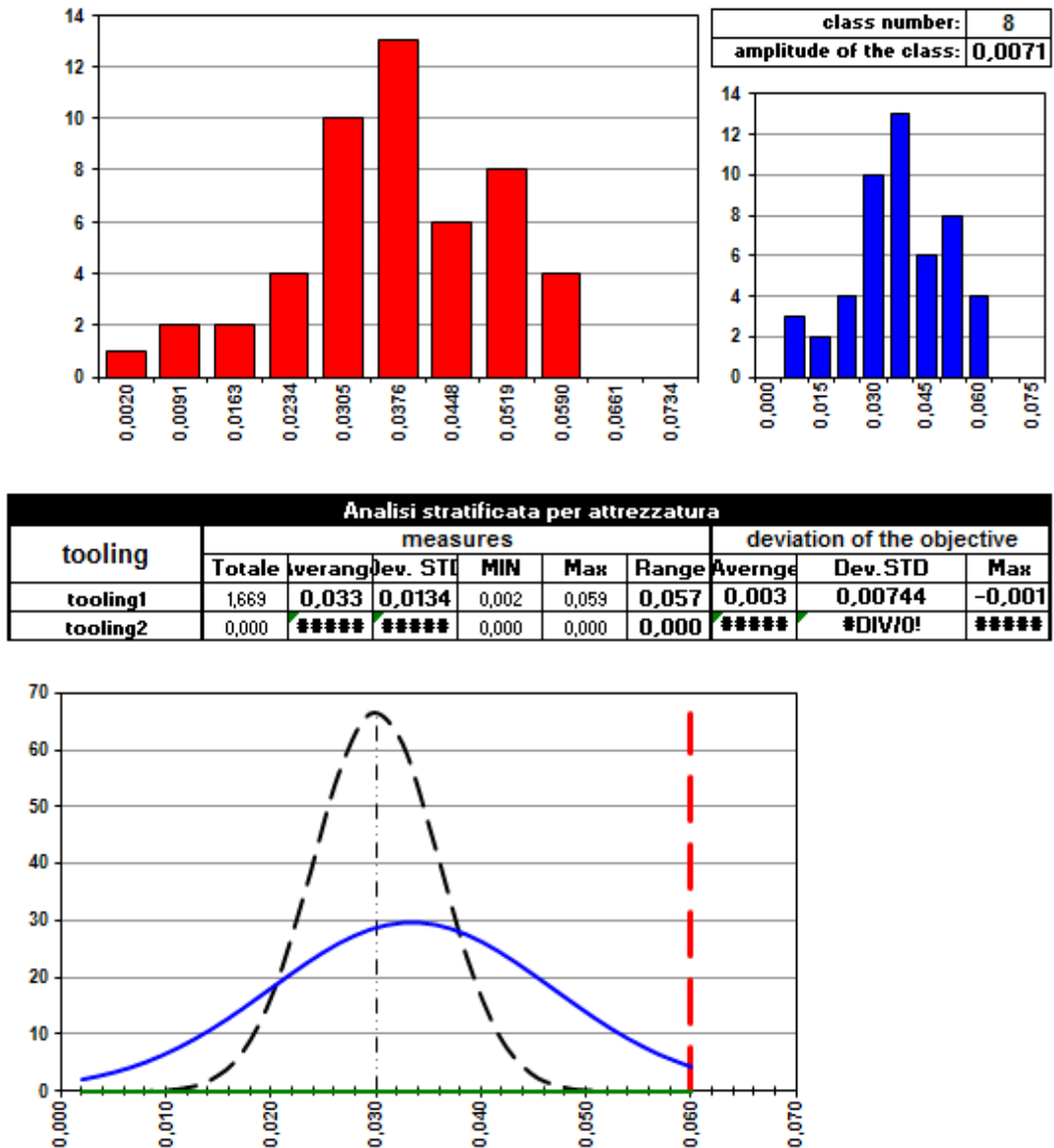
PROCESS CAPABILITY ANALYSIS

INPUT MEASURES			
measures			
0,057	0,031		
0,046	0,012		
0,059	0,029		
0,050	0,020		
0,043	0,034		
0,049	0,029		
0,047	0,002		
0,042	0,024		
0,036	0,040		
0,027	0,028		
0,048	0,017		
0,036	0,053		
0,025	0,020		
0,036	0,031		
0,018	0,030		
0,039	0,032		
0,032	0,005		
0,026	0,048		
0,038	0,026		
0,046	0,005		
0,035	0,042		
0,035	0,032		
0,031	0,056		
0,014	0,031		
0,047	0,030		

order	number pieces	50	number control	50	date
machine	-		tool		
fixture			tooling control	ZEISS CONTURA G2	
code					
description					
characteristic Localizzazione sede spina 2 lato posteriore					
Specifiche e capability richieste					
Unit of measure:	Up limit of specific LSS:	Cpu objective	Dev. ST. objective	PC (3σ)	Probability % refuse objective
	0,060	1,67	0,00599	0,01796	0,000027%
Process Capability and Index Capability					
Dev. Standard:	0,01342	Deviation Dev. Std:	0,00744	Max 3σ measures	0,074
measure MINIMUM	average measures	measure MAXIMUM	Range	PC = 3σ	Cpu (LSS)
0,002	0,033	0,059	0,057	0,040	0,66
not conforming probability				P%	2.368156%
				PPM	23.682



Obr.č. 58. Schopnost procesu (vlastní měření a vyhodnocení)



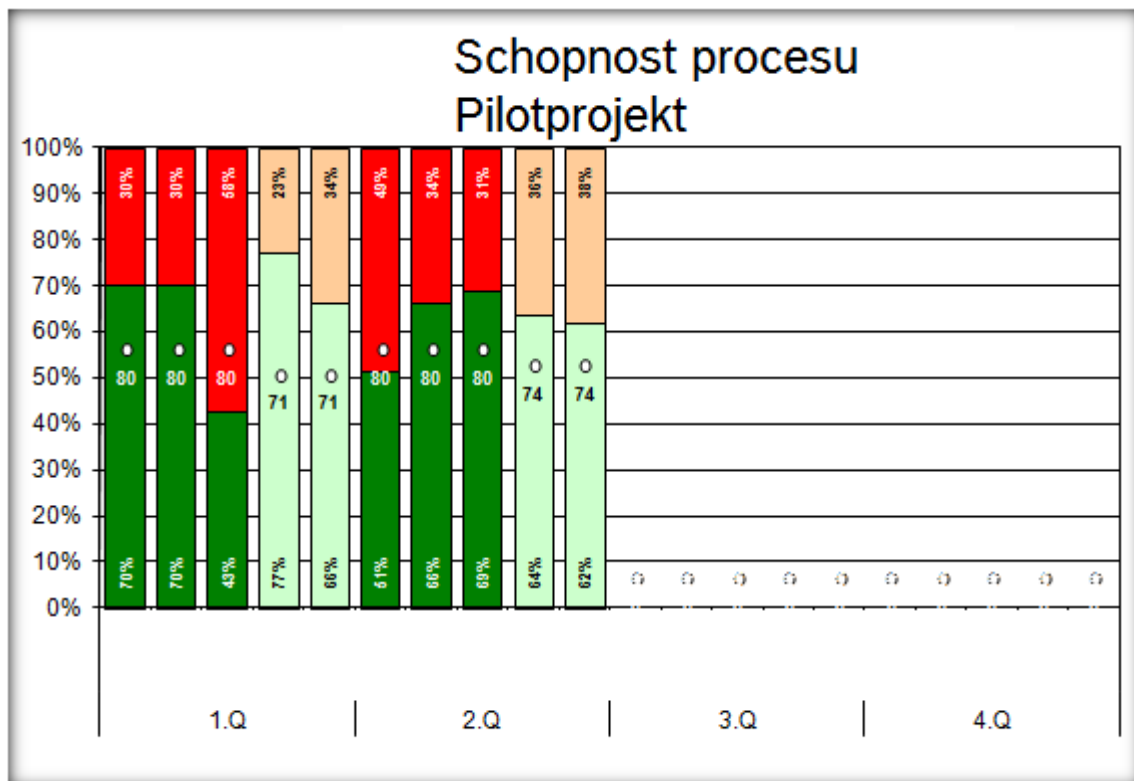
Obr.č. 59. Srovnání nástroj 1 a nástroj 2 (vlastní měření a vyhodnocení)

Podobně jako u předešlého se aplikuje zvolený postup na díle ozubené kolo, který je, co se týče specifikace výkresu komplexní, a postup ztěžuje skutečnost, že se nejedná o stabilní výrobní dávky, ale často o výrobu několika kusů. Pro tento netypický krok je zavedeno rozmezí jedné dávky pro všechny příbuzné díly během použití jednoho nástroje. Cp / Cpk snižují na 1,33, což umožňuje pragmaticky získání požadovaného efektu. Předpokladem pro analýzu schopnosti jsou dané schopnosti měřidel a vliv metody, vlivu prostředí.

Z grafického přehledu jsou známé čtyři fáze vývoje schopnosti procesu:

- V případě neschopného procesu je nutné zajistit, aby zákazník dostal 100% kvalitu, toto je možné zajistit například vhodným tříděním. Tato fáze je nazývána optimalizací procesu, tzn. hledání technického či technologického řešení pro dosažení požadovaného Cp / Cpk. Ukazatel Cp/Cpk je červený.

- Opačný případ je zelený stav, kdy je dosaženo procesní stability. Zde se sledují charakteristiky pomocí stanovených nástrojů, jako je SPC nebo sběrné karty. Není nutné proces optimalizovat.
- Přechod mezi zeleným a červeným stavem je znázorněn oranžově, což symbolizuje stav, kdy probíhají opatření, ale zatím beze změn.
- Světle zelená je stav analýzy, kdy se proces blíží stabilitě a předpokládá se účinným zavedením opatření.



Obr.č. 60. Kritéria schopnosti procesu u výrob s počtem kusů < 50 (vlastní měření a vyhodnocení)

V praxi to znamená následující rozdělení:

- Proces je schopný, $C_{pk} > 1.33$
- Proces je nestabilní C_{pk} leží hodně pod úroveň $\ll 1,33$, nutné zavést 100% kontrolu
- Proces je nestabilní C_{pk} leží pod úrovní $\ll 1,33$ a postupně jsou zaváděna opatření, paralelně je nutné zavést podpurná opatření, například zpřísněné kontroly dvojím výběrem.
- Proces se blíží 1,33, C_{pk} leží těsně pod $< 1,33$. Po ukončení a zavedení opatření bude schopnost dosažena.

6.8.2. Preventivní program nesériové výroby

V následujícím kroku je nutné si položit otázku, co je nutné udělat po Fokus Programu, aby kvalita nakupovaných dílu se sukcesivně zlepšovala? Jak udržet stabilní kvalitu produktů v případě, že byl dosažen technický standard - tedy v rámci technických možností nelze zavádět žádná další reaktivní opatření? Bude Fokus Program i nadále přinášet očekávané výsledky? Odpověď zní ne. Právě v předchozím bodu bylo již zmíněno, že výsledky je možné očekávat jednorázově a krátkodobě. Pro středně- a dlouhodobé výsledky je nutné definovat a zavést metody, které splní stanovené cíle. A jaké to jsou a jaký je postup? Následující schéma stručně popisuje, jak je vhodné postupovat:



Obr.č. 61. Schéma postupu preventivního programu (vlastní tvorba)

- Definovat výchozí situaci (dodavatele, kritické procesy, kritické díly atd.) na základě dostupných informací jako jsou: založené reklamace v systému SAP, výkresy, specifikace, vyhodnocené audity, potenciální analýzy
- Definovat a zvolit vhodné nástroje a metody. Zde na základě poznatků se metody omezily na 8D assessment, procesní audity a na nástroje: PDCA, plány opatření
- Definovat a zavést konkrétní příručky, postupy, standardy, hodnocení atd. Tento krok je komplexnější než oba předchozí, je nutné a přiřadit k nim jednotlivé nástroje a ověřit v rámci výzkumu, zda jsou účinné.
 - Technika, kritické procesy
 - Subdodavatele
 - Schopnosti procesu
 - Prevence, FMEA, metody kvality
 - Plánování kvality
 - Projektový management
 - Reklamační management

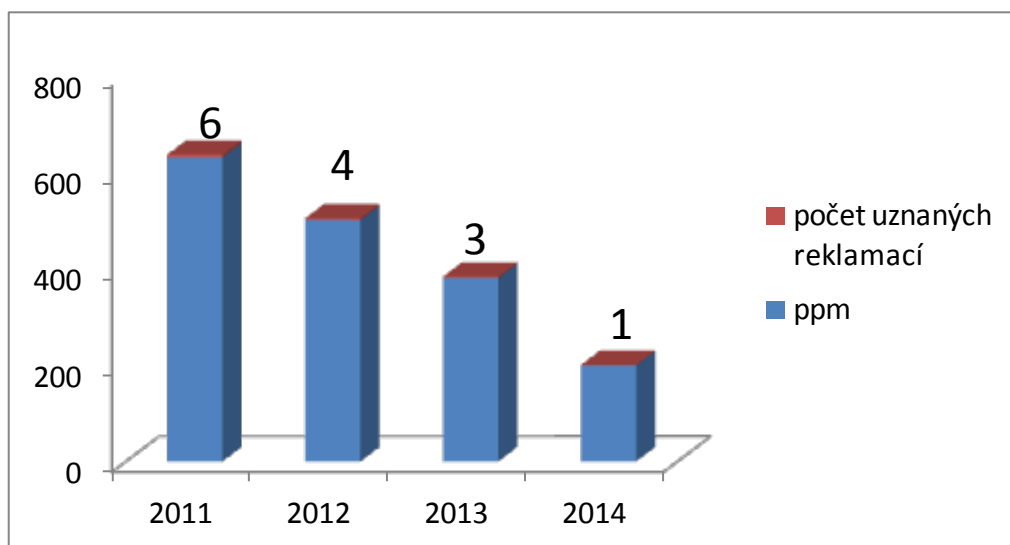
Stejným způsobem byly na základě rešerše vytvořeny standardy pro dílčí sektory nebo přiřazeny již existující standardy:

- PIR
- VDA 6. 3. element 5., good practice
- Good practice schopnosti procesů
- Good practice FMEA
- Good practice pro plánování kvality
- VDA 6. 3. element 1 až 4
- 8D assesment pro hodnocení 8D reportů

Procesní assessment

Za zmínku procesní assessment, metoda vycházející z hodnocení technického a systémového stavu dodavatele s cílem vylepšení stávajícího stavu. Na rozdíl od procesního auditu nemá metoda pevně stanovené procentuální vyhodnocení, ale doporučení ke zlepšení, které je spolu s dodavatelem následně realizováno.

Nástroj se stal na základě výzkumu praxi běžným standardem a byla definována i pro další pole působnosti jako jsou elektromagnety, elektromotory atd. Trend vývoje kvality byl testován na plošných spojích během zavádění standardů preventivního programu a to je možné vyčíst z následující grafiky. Kvalita vyjádřená v jednotce ppm se stabilizovala, dosažená hodnota 199 ppm a 1 uznaná reklamacie v 1. Čtvrtletí je velmi dobrý výsledek. Preventivní program, poprvé vyzkoušený v nesériové výrobě je tedy celkově vyhodnocena jako efektivní metoda pro kusovou výrobu.



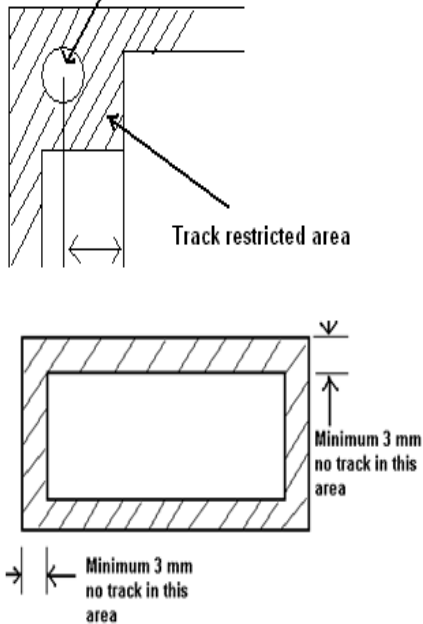
Obr.č. 62. Procesní assessment (vlastní tvorba)

Leassons Lerner

Leassons Lerner neboli zkratka LL je nástroj využívající negativní poznatky při aplikaci procesů, produktů, organizací. Vychází z principu učit se z chyb a zkušeností, má tedy spíše reaktivní charakter. Proč ji ale nevyužít preventivně? Proč nedefinovat specifické požadavky na materiál v souvislosti s Leassons Lerner? Nástroj byl testován na elektromagnetech s cílem získat co nejvíce negativních poznatků za dobu životnosti produktu, které byly dokumentovány v podobě interních i externích reklamací v systému SAP. Další důležitou inspirací byla procesní FMEA a kontrolní plány dodavatele. Poznatky byly systematicky klasifikovány do následujících bloků:

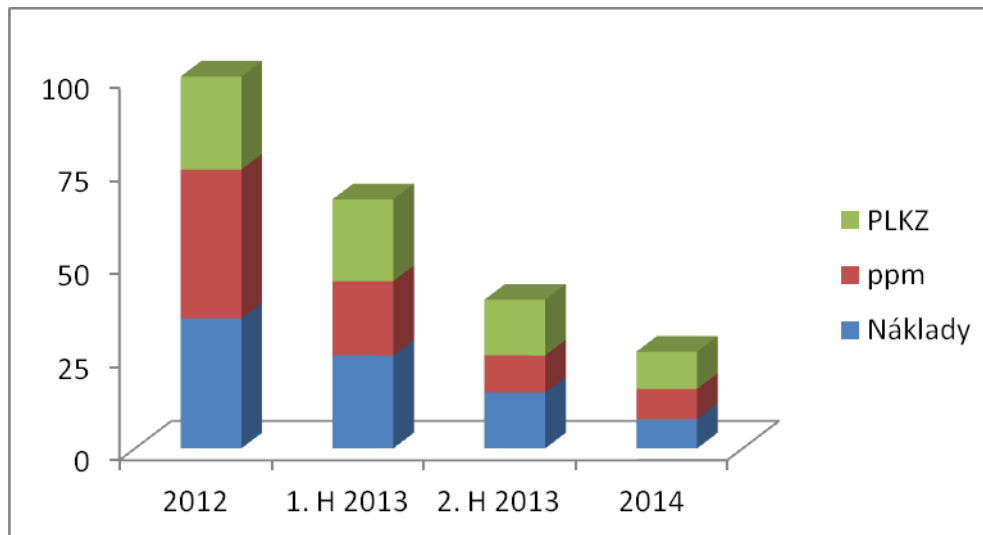
- Problém, popis problému, popř. i obrázek, schéma
- Příčina
- Okamžitá-, preventivní-, korektivní opatření

V neposlední řadě bylo nutné zohlednit specifikace elektromagnetů a výrobní postup dodavatele. Výstup byl zdokumentován pomocí nadefinované struktury, viz obr.

Topic / Thema	Beschreibung / Description Grundursache / Root cause	Mögliche Lösungen Possible solutions / Mögliche Abstellmaßnahmen Possible measures	Weitere Informationen / Additional information	Bilder / Pictures
Depaneling	<p>Mechanical stress, breaking on surface components or tracks during depaneling.</p> <p>Design : tracking design</p> <p>Machine/Tool : plier definition</p> <p>Process : manual depaneling with pliers contact on components or tracks</p> <p>Process : panel flexion during manual depaneling</p>			

Obr.č. 63. Leassons Lerner (příklad z praxe)

LL byla testována během kvalifikace nového dodavatele. Přesto, že se jedná na začátku o poměrně časově náročnou investici, se stala tato metoda standardem, který má pozitivní vliv na kvalitu a náklady během kusové výroby, viz následující obr.



Obr.č. 64. Vývoj nákladů a kvality (vlastní příklad z praxe)

6.9. Purchasing Quality a její role

Mezi hlavních sedm zásad vstupní kvality a politiky řízení kvality patří:

1. zaměření na zákazníka – každý pracovník je současně zákazníkem a dodavatelem. Uvnitř závodu si pracovníci předávají polotovary, služby a informace. O kvalitě finálního produktu rozhoduje kvalita práce všech pracovníků a procesů společnosti jako celku.
2. informovanost a zapojení do procesu - každý pracovník musí být zapojen do dosahování kvality své práce, musí vědět o tomto úkolu a být informován o požadavcích na kvalitu svojí práce a výrobků.
3. procesní orientace již při plánování projektů
4. měření parametrů výroby a výrobků umožňuje zpětné zlepšování. Platí totiž, že co není měřeno, nemůže být ani zlepšeno. Měřené parametry jsou určovány podle požadavků na kvalitu výsledného produktu.
5. systematická podpora – všechny činnosti v závodě musí podporovat snahu o kvalitu výrobku i procesu
6. Continues Improvement neboli průběžné zlepšování – dnešní kvalita musí být lepší než včerejší výsledky, napravovat závady a hlavně jim předcházet a zvyšovat parametry výrobků
7. zodpovědnost a uvědomělost všech zaměstnanců.

Vstupní kvalita je jednou z disciplín nákupu, její hlavní úkoly jsou:

- Plánování vstupních namátkových zkoušek, stanovení frekvence zkoušek a výběr vhodných měřidel
- Provádění namátkových vstupních kontrol dle stanoveného plánu zkoušek
- Provádění vzorkování a převzorkování
- Rozhodnutí o následném použití dílu
 - zvláštní uvolnění
 - předělání neboli přepracování výrobku
 - zmetkovitost a koordinace následných aktivit
- Reklamace, odstranění závad u dodavatele na bázi 8D metody. 8D neboli 8 disciplín, je metoda sloužící k řešení a odstranění závad na základě zjištění příčiny.
- Sledování nápravných opatření a jejich účinnosti u dodavatele
- Provádění kalibrace měřidel a sledování kalibrací
- Monitorování kvalitativních ukazatelů vstupní kvality
- Monitorování nákladu na zmetkovitost a sledování nákladu, definování opatření
- Definování strategie měření, požadavků měření včetně vhodných a schopných měřidel včetně zavedení u dodavatele
- Provádění procesních auditů, stanovení nápravných opatření
- Návštěvy dodavatele za účelem zvýšení kvality, technické diskuze atd.

Mezi procesy a kompetence PUQ patří:

- Reklamační proces
- Proces zvláštního uvolnění výrobku
- Proces plánování namátkových zkoušek
- Proces zkoušení a testování dle stanovených plánů
- Proces monitorování ukazatelů kvality

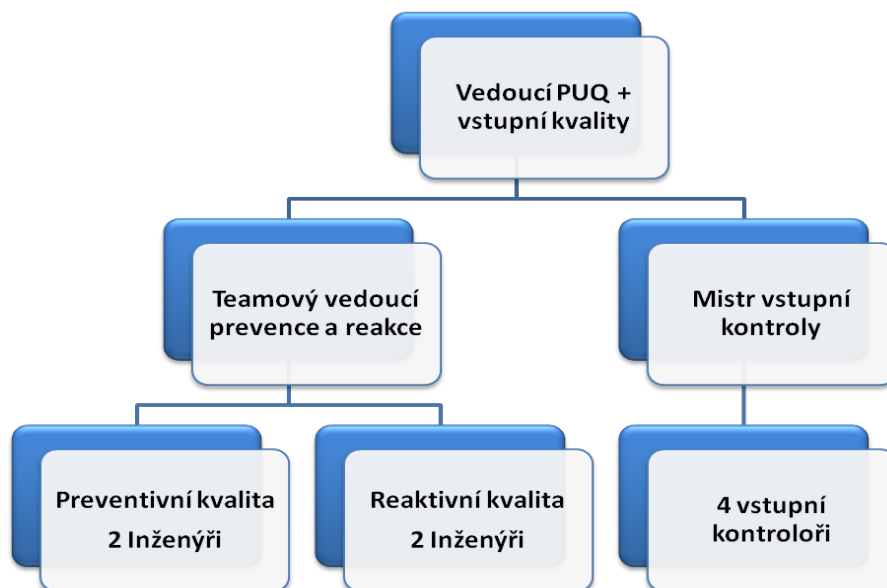
Oddělení vstupní kvality se skládá z týmu operátorů, kteří provádějí vstupní kontrolu, tj. namátkové zkoušky, periodické testy, laboratorní měření a reportují výsledky inženýrům kvality.

Jak je z názvu patrné, role inženýra je zastoupená preventivním a reaktivním charakterem. Reaktivní inženýr kvality rozhoduje o dalších krocích, již výše uvedeném zastavení, zvláštním uvolnění a zmetkovitosti. Paralelně se spouští

proces reklamace u dodavatele s požadavky na kompletní analýzu vady, stanovení nápravných opatření, nejčastěji na základě 8D metody.

Opatření kontroluje preventivní inženýr při pravidelných návštěvách u dodavatele a procesních auditech. Aby nedošlo k opakované reklamaci, je nezbytně nutné stanovit s dodavatelem vhodné měřicí prostředky a metodu, což je další důležitá role inženýra kvality.

Kvalitu nakupovaných dílů stejně jako přesnost interních procesů sleduje vedoucí kvality pomocí indikátorů. V případě překročení hranic zasahuje do procesu s nápravnými opatřeními u dodavatele nebo dochází následně k interní optimalizaci procesu. [28]



Obr.č. 65. Organigram PUQ (vlastní realizace)

Důraz ve vstupní kvalitě je kladen na filozofii „zero deffects“ neboli nula chyb stejně jako na přesnost prováděných procesů.

Důležité ukazatele vstupní kvality jsou:

- Ppm (parts per milion) neboli počet vadných kusů na milion dodaných kusů. Ppm je mezinárodní veličina sledovaná běžně u sériové výroby
- PLKZ též nazvaný supplier problem indicator, je veličina vyjadřující problémovost dodavatele, skládá se z dílčích hodnocení dle výskytu chyby. Čím vyšší hodnota, tím horší a závažnější může být odhalená chyba.
- Náklady na chyby způsobené vadou výrobku. Náklady dělíme dále na interní, to jsou náklady vzniklé třeba ve výrobě, a náklady externí, tady vzniklé u konečného zákazníka
- Doba vstupní kontroly je čas, za který je výrobek přezkoušen, a uvolněn do výroby.

- Skip, procentuální část dodaných dílů, které nepodléhají vstupní kontrole, po přijetí zboží jsou přímo uskladněny v centrálním skladu. Skip nesmí být na úkor kvality, tzn. před tímto krokem jsou implementovány opatření stanovené oddělením kvality.

Další veličiny jako je indikátor kvality u nevzorkování, efektivita vstupní kontroly budou, ppm u náběhu nových projektů budou popsány v doktorské práci jako jeden z výsledků optimalizace.

7. Doporučení pro nesériovou výrobu

Disertační práce se zabývala procesním pohledem na vstupní kvalitu v nesériových produktech, na jejímž základě byl vypracován model SQWE.

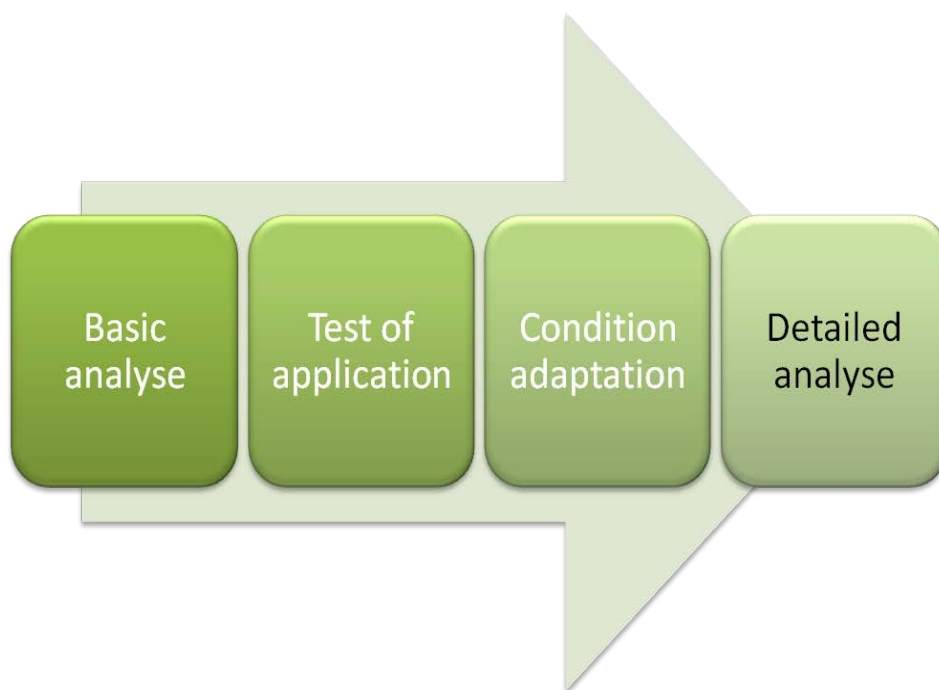
Na základě výzkumu vyhodnocení procesů a navrženého postupu je možné doporučit navržený systém jako nástroje řízení procesů ve vstupní kvalitě nakupovaných dílu v nesériové oblasti výroby.

7.1. Navržený postup

Navrhovaný postup je možný rozdělit obecně do dvou etap:

- první stupeň, což je základní etapa: analýza stavu, testování aplikace / metody a přizpůsobení se podmínkám
- druhý stupeň, tedy podrobná etapa, ve které je třeba se zabývat samotnými detaily

Mezi jednotlivými etapami je nutné vyzkoušet, zda je připravený první stupeň kompatibilní pro danou aplikaci. V případě shody, je možné se pustit do druhého stupně. V opačném případě předchází druhému stupni adaptace podmínek a změny.



Obr.č. 66. Etapy navrhovaného postupu (vlastní grafika použita při optimalizaci procesů)

Hlavní kroky při postupu aplikace v praxi.

- Analyzovat současný stav, problémy atd. s použitím dostupných metod jako je brainstorming, postupový diagram atd.

- Zmapovat procesy, zde je doporučeno použít procesní mapy nebo jako alternativu mind mapping
- Identifikovat vždy klíčový proces, proces podpůrný a proces vedlejší. U komplexních procesů je možné identifikovat i několik klíčových procesů, vedlejších nebo podpůrných procesů, což jsou následující:
 - Plánování kvality
 - Vstupní kontrola
 - Reklamační proces
 - Definice ukazatelů a jejich měření
- Identifikovat a definovat roli a zodpovědnosti vstupní kvality. Autorka doporučuje identifikovat i úkoly, které nejsou v zodpovědnosti vstupní kvality. Důvodem je vyhnout se konfliktům v procesním řízení a snadné dosažení požadavku
- Vytvořit procesní modely s podpůrnou metodikou, např. TURTLE. Pokud není metoda k dispozici nebo známa, je možné po konzultaci a zohlednění cíle využít jinou vhodnou metodu
- Provést procesní analýzu klíčového / klíčových procesu s využitím modifikovaného diagramu příčin a následků sestaveného na základě brainstormingu nebo SWOT analýzy
- Analyzovat proces s cílem identifikace procesních ukazatelů ovlivňující náklady, kvalitu a čas
- Identifikovat omezení a cíle, posoudit možnosti optimalizace procesu z hlediska stanovených parametrů.
- Identifikovat procesy pro zavedení způsobilostí a CTM. Pro zavedení procesní způsobilosti postupuje autorka dle navrhovaného schématu pro SQWE. CTM se zavádí zhruba u 60%.
- Zavést procesy, nastavit hodnoty parametrů a cílů.
- Provádět měření výkonnosti procesů a jeho ukazatelů
- Pravidelně zavádět nápravná opatření, pro systematické chyby doporučuje autorka 8D metodu, pro namátkové chyby, chyby se sporadickým výskytem zjednodušený, ale účinný proces analýzy.
- Analyzovat další možná rizika, způsobená vlivem prostředí nebo procesem samotným. Autorka doporučuje SWOT analýzu či procesní audit
- Definovat a zavést způsob řízení informací jako standard s cílem stálého zlepšování procesu a zpětné vazby procesu. Doporučením autorky je učení se z chyb neboli lessons learned.

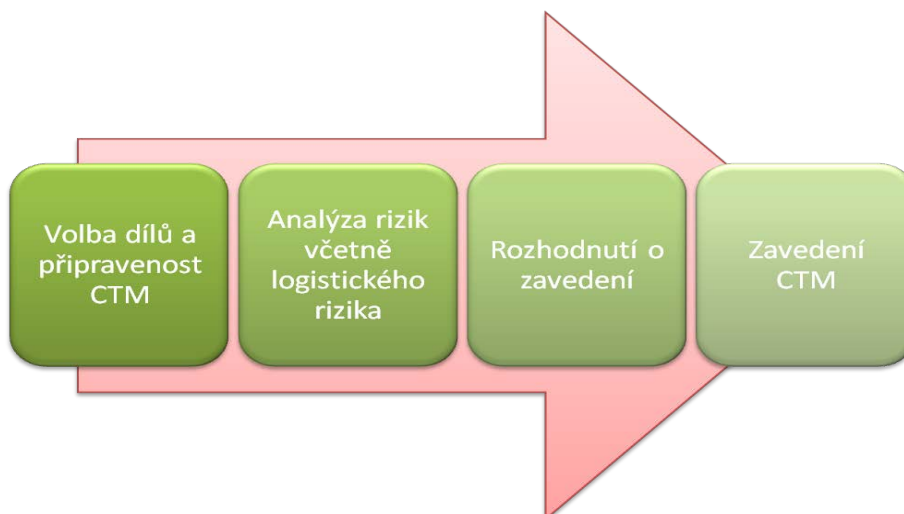
- Provádět měření výkonnosti procesů a jeho ukazatelů
- Navrhnout vhodný stálého zlepšování procesu a zpětné vazby procesu

Postup při zavádění způsobilosti lze shrnout v následujících krocích:

- Zvolit znak a charakteristiky kvality
- Ověřit počet kusů ve výrobě, rozdělit několikadenní až měsíční produkci na jednotlivé dílčí jednotky, možné od počtu 50 kusů.
- Analyzovat systém měření zvoleného znaku a shromáždit údaje z probíhajících procesů
- Zobrazit rozdělení sledovaného znaku pomocí histogramu a posoudit statistické zvánutosti procesu. V případě, že schopnost procesů není dána, jak požadováno, jsou zaváděny 100% přejímky u dodavatele a jako zajištění a ověření shody pak namátkové kontroly ve vstupní kontrole. Cílem je zamezení prostožů ve výrobě v případě detekce chybového výrobku.
- Ověřit normalitu sledovaného znaku kvality a vypočítat index způsobilosti a jejich porovnání s požadovanými hodnotami.
- Navrhnout a realizovat opatření ke zlepšení procesu.

Postup pro zavedení CTM jsou následující kroky:

- Zvolit díly a zkompletovat návrhový dnes již standardizovaný formulář pro CTM
- Analýza rizik a výpočet logistického rizika
- Rozhodnutí o zavedení
- Zavedení CTM s ohledem na zdůvodnění rizika



Obr.č. 67. 4 kroky zavedení CTM (vlastní grafika použita při optimalizaci procesů)

Detaily se k jednotlivým bodům se zabývá podrobně kapitola 6, teorií včetně příkladů se zabývá již kapitola 5.

Postup pro zavedení fokus programu a prevence:

- Stanovení cílů a identifikace parametrů pro optimalizaci
- Identifikace dodavatelů a procesů, kde je nutné procesy nebo dílčí kroky optimalizovat
- Analýza jednotlivých chyb, přiřazení příčiny a možných opatření jak nápravných tak preventivních
- Zvolení a zavedení vhodných metod, zavedení opatření a sledování účinnosti ve stanoveném časovém horizontu
- V případě preventivního programu implementace nebo ověření zabezpečení kvality u dodavatelů nebo procesů bez výskytu chyb

Postup pro restrukturalizaci oddělení vstupní kvality jsou následující kroky:

- Analýza současného stavu pomocí SWOT analýzy nebo procesní analýzy
- Volba vhodné metody např. VSD
- Zavedení metody a sledování její účinnosti včetně zpětné vazby

Za směr dalšího rozvoje lze považovat následující fakta:

- Aplikace metodiky řízení kvality vstupních komponentů a její hodnocení.
Tato metodika by měla být základem pro řízení kvality nakupovaných dílů v oblasti mechanických převodovek, nebo aplikovatelně v oblasti jiných komponentů nesériové výroby
- Aplikace metodik pro ještě složitější a komplexnější obory
- Rozvoj metod pro proces stálého zlepšování procesu v nesériových výroбах
- Využití matematických metod, zejména teorie grafů a metod diskrétní optimalizace pro řešení problémů v oblasti procesního řízení

Metoda může být nadále užita například jako účinný nástroj pro tyto obory:

- Elektrotechnický průmysl zejména obor elektronika s menším počtem vyrobených kusů, např. plošné spoje, elektromagnety, kabelové svazky
- Elektrotechnický průmysl v oboru elektrotechnická zařízení a přístroje s menším počtem vyrobených kusů např. transformátory
- Projektově zaměřený průmysl nebo kusy vyrobené na základě specifických požadavků zákazníka

7.2. Rozdíly a shody se sériovou výrobou

Co je možné převzít ze sériové výroby a co naopak není možné a jaké je zdůvodnění? Které metody mají univerzální použití bez ohledu na typ výroby? Odpovědi na tyto otázky jsou shrnuty v následující podkapitole 7.2. Univerzální použití mají metody analýzy jako:

- SWOT analýza,
- procesní analýza,
- potenciální analýza
- a procesní audit.

PDCA, systematický nástroj pro definování, plánování, vykonání a sledování účinnosti, se prokazuje jako efektivní a vhodný nástroj do nesériové výroby. Procesní a potenciální analýza, v tomto případě dochází k popisu a analýze současného stavu v určitém stádiu, kroku nebo vývoji, kde typ výroby nehraje rozhodující roli. Výsledkem takové analýzy je vyzdvižení potenciálu ke zlepšení a naopak silných stránek. V případě SWOT analýzy ještě hrozby a rizika. Co se týče metod, Ishikawa je po výzkumu hodnocena jako částečně univerzální metoda za účelem zkoumání možných příčin a následků. Efektivnější verzí pro nesériovou výrobu představuje modifikovaná Ishikawa – diagram příčin i následku.

Naprosto nevhodné metody a nástroje pro nesériovou výrobu na základě výzkumu z praxe se považují následující včetně odůvodnění:

- 8D metoda pro řešení náhodných chyb. 8D metoda slouží k odstranění chyb s možností reprodukce, což není u náhodné chyby možné
- Způsobilost procesů: schopnosti procesů a schopnosti strojů. Tyto dvě metody vychází jednak z předpokladu určitého počtu kusů n , který se pravidelně opakuje, viz kapitola 6. Tato podmínka není splněna.
- Automobilový STL

Na základě experimentu a ověření v praxi jsou navrženy následující metody s ekvivalentním účinkem.

- Zjednodušená analýza pro náhodné výskyty, která na základě příčiny cíleně požaduje opatření pro detekci (předpoklad 100% kontrola nebo Poka Yoke) a opatření za účelem jednorázového odstranění
- Modifikované schopnosti procesů a strojů, kde dochází k modifikaci rozpětí USL a LSL stejně jako definování a zavedení 4 fází stavu, ve kterém se daná způsobilost nachází
- STS na základě kompromisů z požadavků STL
- a neposlední řadě CTM, dosud bez zkušeností

KPI neboli ukazatele není možné převzít z běžně dostupných bez modifikace, pro nesériovou výrobu jsou testovány a následně zavedeny:

- PLKZ_mio, vztažené na počet dodávaných kusů
- Počet odchylek
- Skip
- Doby trvání vstupní kontroly

Ppm jako mezinárodně uznávaná kvalitativní charakteristika byla převzata, ale o smyslu jejího významu ve výrobě s nízkým počtem vyrobených a dodaných kusů lze polemizovat.

Fokus program (od str. 72) a preventivní program (od str. 83) jsou důležité činnosti jak v sériové tak nesériové výrobě. Avšak i v tomto případě je nutná modifikace a adaptace podmínek pro kusovou výrobu. Přibližně 30% preventivního programu je možné do určité míry převzít, zbylých 70% programu, což je většina, je nový přístup a metoda pro kusovou výrobu. Nové využití nachází metoda PIR, kde se jedná o zcela nový přístup.

8. Závěr

Cílem disertační práce bylo aplikovat teoretické znalosti a vlastní výsledky výzkumu v oblasti procesního řízení nabyté během působení v oblasti kvality, zejména vstupní kvality a vytvořit nový koncept a metodiku řízení procesu vstupní kvality včetně její kontroly pro nesériovou výrobu, uplatnitelný i v podobných podmínkách jiné produkce.

V předkládané disertační práci je na základě analýzy současného stavu vypracován návrh nové metodiky SQWE pro procesní řízení vstupní kvality. Práce vychází z obecných znalostí procesního řízení, definice procesů, klasifikace procesů. Následně se zabývá aplikací procesního řízení, optimalizací a modelováním procesů a kontrolou procesů. Další kapitola řeší konkrétní pojetí procesního řízení a orientaci na vstupní kvalitu.

Pojem procesní řízení se zdá být v současné době již standardizovaný. V odborné literatuře ubývá článků, ve kterých by se tento pojem v některém ze svých významů alespoň jednou nevyskytl. Procesy dnes jsou již pokládány za samozřejmost a dodavatelé, uvádějící tento pojem ve svých nabídkových materiálech, již takovou konkurenční výhodu nezískávají. Zdá se, že dnes se tato skutečnost konkurenční výhody přesunula do pozice konkurenční nutnosti.

V oblasti řízení vstupní kvality zaujímá procesní řízení klíčovou roli. Procesy musí být jasně a srozumitelně definovány, meziprocenční vazby musí být vhodně vybrány a je důležité identifikovat vstup a výstup. Důležitou roli hraje výběr správné metody neboli postupu. Současným trendem je kombinace dostupných nástrojů řízení kvality za účelem efektivního dosažení cílů.

Využití procesního přístupu pro standardizovaný popis pracovních postupů je pouze první z řady možných aplikací. Tím druhým nejčastějším motivem je zdokonalování procesů. Neustále se zkracující délka životního cyklu nejenom výrobků, ale též služeb, nutí jejich poskytovatele urychlit vývoj nových. Zkracuje se tak výrazně čas, který mají firmy k tomu, aby na trh přišly s novým výrobkem, produktem nebo službou.

Dalším důležitým článkem je měření výkonnosti procesů a proces neustálého zlepšování. Obecně je kladen velký důraz na tento krok. Následně je důležité shrnutí a feedback v podobě lessons learned, které se využívá hlavně v případech, kdy proces nefunguje a je nutné preventivně zpětně analyzovat, co se udělalo, popřípadě mělo udělat jinak. Lessons learned neboli učení se z chyb je velmi efektivní a snadná metoda.

Přínosem práce je zhodnocení dostupných metod v oblasti řízení vstupní kvality a procesů a vytvoření konceptu a strategie pro řízení vstupní kvality a jejich procesu v oblasti nakupovaných dílů do mechanických převodovek.

Velmi důležité přitom je zohlednit několik stávajících faktů, které jsou klíčovým vodítkem v rozhodování o dalším postupu:

- Dosavadní požadavky vstupní kvality jsou obvykle definovány pro sériovou výrobu, nikoliv pro kusovou výrobu
- Atypické vstupní díly
- Zkušenosti v nově vznikajícím závodě, zkušenost s procesy stejně jako s atypickými vstupními díly
- Dlouhé cykly výrobních procesů u externích dodavatelů stejně jako interních výrobních procesů

Na základě navržených a zpracovaných cílů považuje autorka za vlastní přínos tyto výsledky:

- Vytvoření vlastní metodiky pro zlepšení kvality a prevence nazvané STS pro všechny díly mechanické převodovky
- Vytvoření vlastní metodiky pro zlepšení kvality a prevence nazvané CTM pro normované díly mechanické převodovky
- Vytvoření vlastní metodiky pro řízení opatření u chyb, vad s náhodným výskytem a stanovení opatření pro současný stav vad se systematickým výskytem
- Vytvoření procesních modelů pro procesy vstupní kvality a zavedení do praxe
- Stanovení a definování standardů na základě výzkumu a nabytých zkušeností
- Stanovení a definování vlastního názvosloví pro dané formuláře, postupy, metodiky pro danou oblast
- Experimentování a kombinování různých metod za účelem dosažení výsledku a cíle

Na základě hypotéz došlo k potvrzení či vyloučení stanovených hypotéz:

- Hypotéza 1 potvrzena: Nezavedené nebo chybné procesní řízení je kontraproduktivní, vytváří neefektivitu a znemožňuje transparentci
- Hypotéza 2 vyloučena: Nástroje, metody atd. používané v automobilovém průmyslu není možné jedna ku jedné zavést i do nesériových typů výroby. Nástroje, metody atd. je nutné flexibilně předělat, popř. vytvořit nové.
- Hypotéza 3 potvrzena: Metody prevence v procesním řízení mají značný vliv na pozitivní výsledky v kvalitě a to i v nesériové výrobě

Z hlediska přínosu pro odbornou výuku, určité části práce, nebo přehled metod uvedených v úvodu práce, včetně studií a ukázek realizovaných během zavádění do praxe, mohou posloužit jako výukový materiál pro předměty zabývající se procesním řízením, optimalizací procesů.

Z teoretického hlediska přínosu může práce posloužit jako ucelený přehled procesního řízení pro nesériovou výrobu. Výsledky práce poukazují na velký vliv procesního řízení.

Mezivýsledky práce, závěry, doporučení, které autorka uvádí v průběhu zavádění, byly průběžně prezentovány na různých konferencích či publikovány v materiálech, které jsou uvedeny v seznamu v kapitole 10 v závěru práce.

Snahou autorky byl komplexní pohled na danou problematiku za účelem splnění stanovených cílů. Z pohledu autorky byly dané cíle disertační práce splněny, což dokazuje nyní již běžný chod těchto metod zavedených v praxi, ale i rychle se rozšiřující standard u společnosti. Fakt, že se v současné době jedná o velmi diskutované téma obnovitelných zdrojů, dokazuje trend nárůstu technologií v oblasti větrné energie a úspěšnost.

Ve větrné energii se staly tyto standardy během druhého roku běžnou rutinou, procesy jsou zavedeny a optimalizovány, jako pozitivní příklad je uveden závod Peking a Witten, které po vzoru Norimberku převzaly danou systematiku.

V současné době jsou navržené standardy úspěšně zaváděny v další nesériové výrobě, za zmínku stojí uvést několik příkladů, oblast průmyslové inženýrství, produktové bloky a agregáty v lodním průmyslu, v oblasti mobilního inženýrství obráběné výlisky do hydraulických pump apod.

Vytvořené postupy lze z hlediska autorky aplikovat též v jiném prostředí národní i mezinárodní společnosti. Doložením je např. aplikace standardů u různých výrobních technologií.

9. Legenda - zkratky, pojmy a organizace

Zkratky

BPM	Business Process Management
BSC	Balanced Scorecard
CIP	Continuous Improvement Process
DMAIC	jedna z metodik Six Sigma, zaměřená proces řízení. Jde o zkratku slov: Define (definice), Measure (měření), Analyze (analýza), Improve (zlepšení), Control (řízení).
EFQM	European Foundation for Quality Management
GPV	Generatorgetriebe Planetenbauweise Versetzter Abtrieb
KPI	Key Performance Indicator
PDCA	Plan Do Check Act
PUQ	Purchasing Quality
QFD	Quality Function Deployment
TQM	Total Quality Management
QMS	Qualitäts Management System (příručka řízení kvality)
SPC	Statistical Process Control
STL	Ship to Line
STS	Ship to Stock
BSC	Balanced Scorecard
VMP	Value Stream Mapping
VSD	Value Stream Design
RPN	Risk priority number, rizikový činitel
HGB	Handelsgesetzbuch, německé spotřební právo
CTM	C-Teile Management (C-Teile označení pro normované díly)

Pojmy a organizace

ISO 9001:2008	mezinárodní organizace pro standardy, ISO 9001 je zaměřená na management kvality a je aplikovatelná v jakékoliv organizaci ve všech oblastech výroby nebo služeb. Představuje dnes celosvětově uznávaný standard, jehož zavedení je východiskem pro aplikaci dalších požadavků na systém řízení společnosti.
ISO/TS 16949	je technická specifikace ISO s cílem vytvoření systému řízení kvality, který zajišťuje neustálé zlepšování procesu s důrazem na závalu prevence a snižování variability a odpadu v dodavatelském řetězci. Vychází z normy ISO 9001 a je základem a předpokladem pro automobilový průmysl.
QS 9000	standard kvality definovaný a vyvinutý třemi vedoucími výrobci a automobilů General Motors, Chrysler a Ford
Zákazníci Bosch Rexroth	Nordex, General Electrics, Gamesa, Vestas
Konkurence Bosch	Rexroth Flender, Siemens, Winergy
Leassons learned	zpětný efekt, užívaný jako poučení do budoucna při nových projektech, procesech, atd.
Focus Supplier	dodavatelé aktuálně ve fokusu, zde je nutné zasáhnout a vylepšit procesy obecně. Jedná se většinou o dodavatele strategické
Kick Off	zavedení, start, odstartování, často užíváno jako oficiální zahájení činnosti, projektu, výroby atd.
Family quality inspection plan	plán vstupní kontroly, který lze aplikovat na podobné díly z hlediska funkce a vzhledu
Value Stream Design	metoda sloužící ke znázornění toku v určité oblasti, jedná se nejen o tok materiálu ale i tok informací atd. Metoda je užívána ve společnosti jako nástroj pro optimalizaci transportu
Value Stream Mapping	Mapa, vyobrazení toku informací, je výsledkem Value Stream Design

Bosch Production System	metoda, vycházející z principu Toyota Production Systém. Jedná se o metodu řídicí výrobní a logistické plánování a systém
Normalita	Soulad jedince nebo skupiny s většinou. Vymezení normality je závislé na četnosti nebo intenzitě posuzovaných projevů. Využívá se především, když lze společenský jev kvantifikovat
Sběrná karta	Dokument sloužící k shromažďování informací a evidenci chyb, vad, poruch. Výsledky slouží jako vstup do dalšího procesu či metody, např. vyhotovení Paretovy analýzy
Brainstorming	Skupinová technika zaměřená na generování co nejvíce nápadů na dané téma. Je založena na skupinovém výkonu. Nosnou myšlenkou je předpoklad, že lidé ve skupině, na základě podnětů ostatních, vymyslí více, než by vymysleli jednotlivě. Poprvé s touto myšlenkou přišel v roce 1939 reklamní pracovník Alex Faickney Osborn, jako specifickou metodu ji pak rozpracoval v knize Applied Imagination (1953). Nejčastěji se využívá v managementu, podnikání, při hledání optimálních postupů či v prognostice. Volně se překládá i jako burza nápadů
Mind mapping	Diagram využívající vizuální informace, přičemž se tvoří sled informací kolem jediného slova, které je uprostřed a ke kterému hledáme podobné nápady nebo související okolnosti. Hlavní kategorie a vedlejší kategorie mohou být podobně uspořádány jako u Ishikawy. Mind mapping tedy mapy mohou být tvořeny ručně nebo pomocí diagramů v elektronické podobě.
Quality Function Deployment	česky také "Dům kvality", je logická metoda, jejímž cílem je zapracovat požadavky koncových zákazníků do finálního výrobku firmy. Pomocí této metody se vytváří ve firmě systém plánování a komunikace, s pomocí kterého mají být koordinovány všechny zdroje podniku, čímž má dojít ke zvýšení konkurenceschopnosti podniku, protože firma pak vyvíjí a vyrábí, pouze takové výrobky, jaké očekává zákazník. Tato metodika se

používá v etapě vývoje výrobku s cílem zapojit všechny útvary do plnění požadavků zákazníka.

Business Process Management

procesní řízení jako manažerská disciplína a současně technologie využívající pro procesně orientované řízení podniku jeho architekturu podnikání. BPM je zaměřen na řízení celého životního cyklu podnikání, což vyžaduje i zvládnutí změn ve firemní kultuře.

Milestone, milník

Důležitý bod v celkovém procesu, často představuje riziko nebo určitý vztyčný okamžik

DIN a normované díly

díly, součástky, které nejsou specifikovány výkresem nebo technickou dokumentací, nýbrž normou DIN „Deutsche Institut fuer Normung“ Pro tyto výrobky neplatí běžné kvalitativní ukazatele, řídí se normou AQL „Accepted Quality Level“ (šrouby, matice jiné spojovací elementy)

EFQM

vychází z přístupu TQM. Při jeho používání je uplatňováno sebehodnocení organizace ve všech oblastech její činnosti. Toto sebehodnocení je členěno do devíti kritérií, podle kterých se procesy a činnosti v organizaci srovnávají s nejúspěšnějšími organizacemi - "Best in class" (benchmarkingu).



SQWE

vlastní metoda, postup zajištění řízení kvality v nesériové výrobě, supplier quality wind energy

(LL) lessons learned

nástroj využívající negativní poznatky při aplikaci na nové procesy, produkty, organizační jednotky. Vychází z principu učit se z vlastních chyb a z vlastních zkušeností. LL je vstupem pro zlepšení a standardizaci, pro další vývoj procesů, metod či procesů, např. FMEA, QFD atd.

Poka Yoke	metoda pocházející z Japonska, technika prevence lidských chyb. Je založena na mechanickém nebo elektronickém opatření, které nedovolí udělat chybu, či chybu přeměnit na vadu (neshodu), může mít jak reaktivní tak preventivní charakter
on time delivery	včasná dodávka, výraz převzatý z anglického jazyka a běžně užívaný
Good Practice	metoda, technika vycházející z hodnocení na základě benchmarkingu s cílem zvýšení standardů procesů v organizaci
PIR	Process Improvement Review, metoda vycházející z hodnocení technického a systémového stavu dodavatele s cílem vylepšení stávajícího stavu.
Best Practice	Nejlepší vzor, metoda používaná jako Good Practice, v souvislosti hodnocením se jedná o kvalitativní stupeň o úroveň výše, doslova „nejlepší“ pro „procvičování“
PCB	Printed Circuit Board neboli deska plošných spojů, základní součást elektroniky

10. Literatura

- [1] Řepa V., Podnikové procesy, Grada Publishing 2007, ISBN 978-80-247-2252-8
- [2] Basl, Tůma, Glasl, Modelování a optimalizace podnikových procesů, ZČU v Plzni, 2002, ISBN 80-7082-936-2
- [3] Masing, Kersting, Koenig, Wessel, Qualitätsmanagement, Tradition und Zukunft, Hanser 2003, ISBN 3-446-21601-4
- [4] Einkaufshandbuch, 2012-10-08
- [5] Einkaufshandbuch 2007
- [6] Fiala A., Management jakosti, 2002, Verlag Dashofer, Praha
- [7] Voříšek J., Strategické řízení informačního systému a systémová integrace, 1995, Management Press, Praha, 1997, 1999, 2002, ISBN 80-85943-40-9
- [8] Voříšek J., Principy a modely řízení podnikové informatiky, Oeconomica, Praha, 2008, ISBN 978-80-245-1440-6
- [9] 9. Maschinen- und Prozessfähigkeit, 3. Auflage, 01.07.2004, Robert Bosch GmbH
- [10] ISO/DIS 21747:2002 Process Performance and Capability Indices
- [11] [ISO/DIS 3534-2 Statistics, Vocabulary and Symbols
- [12] DIN 55350 Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik
- [13] DIN 55350-11 Begriffe des Qualitätsmanagements
- [14] DIN 55350-33 Begriffe der statistischen Prozesslenkung (SPC)
- [15] DIN 55319 Qualitätsfähigkeitskenngrößen
- [16] Heft 1, Grundlagen der Technischen Statistik, Variable Merkmale
- [17] Heft 3, Auswerten von Messreihen, 01.07.2004, Robert Bosch GmbH
- [18] Heft 7, Statistische Prozessregelung, 01.07.2004, Robert Bosch GmbH
- [19] Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, 01.07.2004, Robert Bosch GmbH
- [20] EN ISO 9000:2000 Qualitätsmanagementsysteme, Grundlagen und Begriffe
- [21] EN ISO 9001:2000 Qualitätsmanagementsysteme, Anforderungen
- [22] ISO/TS 16949 Qualitätsmanagementsysteme, Besondere Anforderungen bei Anwendung

- [23] ISO 9001:2000 für die Serien- und Ersatzteil-Produktion in der Automobilindustrie
- [24] Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA), 01.07.2004, Robert Bosch GmbH
- [25] Heft 16, Problemlösung 8D Methode, 01.07.2004, Robert Bosch GmbH
- [26] Unternehmensvorgaben, ZP 08001, 2008-02-26
- [27] Strategische Planung und Steuerung, ZP 08002-001, 2008-12-04
- [28] Infrastruktur-Management , ZP 08014-001, 2009-09-16
- [29] Beschaffungsmanagement - Procurement Management Process, ZP 08016-001, 2009-06-15
- [30] VDA6.3, Management kvality v automobilové průmyslu, Audit procesu – 640/207
- [31] BUZAN, Tony. Myšlenkové mapy. 1. vydání. Brno : Computer Press, 2011. [cit. 2011-08-29]. 216 s. ISBN 978-80-251-2910-4
- [32] Topfer a kolektiv (překlad Škrabalová Pavla), Six sigma koncepce a příklady, Computer Press, 2007, ISBN 978-80-251-1766-8
- [33] Liker Jeffrey K. (překlad Grusová Irena), Tak to dělá Toyota, ISBN: 978-80-7261-173-7

11. Seznam aktivit autora vztahující se k tématu disertační práce

Odborné články:

1. KOCHMANNOVÁ, E. Řízení kvality, *Electroscope* 2012, ZČU v Plzni. ISSN 1802-4564
2. KOCHMANNOVÁ, E. Wareneingangsprüfung, *SOCOS 2011*, Bosch Rexroth. ISSN 16883-001 VAW N
3. KOCHMANNOVÁ, E. Planung der Wareneingangsprüfung, *SOCOS 2011*, Bosch Rexroth. ISSN 16841- 0014 VAW N
4. KOCHMANNOVÁ, E. Reklamationsmanagement Fremdbezug , *SOCOS 2012*, Bosch Rexroth. ISSN 16883-102 VAW N
5. KOCHMANNOVÁ, E. Rücklieferung Fremdbezug, *SOCOS 2011*, Bosch Rexroth. 16884-200 VAW N
6. KOCHMANNOVÁ, E. Anforderung an CTM, *SOCOS 2013*, Bosch Rexroth. ISSN FR 20xxx (ve schválení)
7. KOCHMANNOVÁ, E. Anforderung an Qualifizierten Stellungnahme, *SOCOS 2012*, Bosch Rexroth, ISSN FR 08955002 FOR N
8. KOCHMANNOVÁ, E., Erfassung der Qualitätskennzahlen und Problemlieferanten, *SOCOS 2010*, Bosch Rexroth. ISSN 16883-001 AAW N
9. KOCHMANNOVÁ, E., Anforderung an Auditierung der Lieferanten. *SOCOS 2013*, Bosch Rexroth. ISSN GPC21 SQM
10. KOCHMANNOVÁ, E. Beurteilung der Gussauffälligkeiten, *SOCOS 2011*, Bosch Rexroth. ISSN 16883-310 VAW N
11. KOCHMANNOVÁ, E. Sonderfreigabe Fremdbezug, *SOCOS 2012*, Bosch Rexroth. ISSN 16883-300 VAW N

Konference:

1. KOCHMANNOVÁ, E. Advanced Quality Supplier. Supplier Quality Management. 11/2008. Bosch Rexroth. Lohr am Main
2. KOCHMANNOVÁ, E. Redukce a optimalizace namátkové kontroly. Redukce struktur. 10/2007. R. BOSCH s.r.o. České Budějovice
3. KOCHMANNOVÁ, E. Quality Reporting Lead Plant. Quality and Production Coordination Conferences 14-17.05.2004. R. BOSCH Campinas, Brazil
4. KOCHMANNOVÁ, E. Anforderung auf C Teile Management. CTM Strategie. 09/2012. Norimberk

5. KOCHMANNOVÁ, E. Optimierung der Problemlösung Fremdbezug. Supplier Quality Management. 01/2013. Bosch Rexroth. Norimberk
6. KOCHMANNOVÁ, E. Optimierung der Wareneingangsprüfung. Supplier Quality Management. 02/2012. Bosch Rexroth. Norimberk
7. KOCHMANNOVÁ, E. Optimierung der Prüfplanung. Supplier Quality Management. 07/2012. Bosch Rexroth. Norimberk
8. KOCHMANNOVÁ, E. FMEA Failure Moder Effects Analyses for piezo electrics. Quality Prevention Supplier. 02-04.04.2007. Epcos, Kutina

Příloha: Checklist pro zavedení STL a CTM

Antrag auf Umstellung auf Ship-to-Line					
Aussteller: Kochmannova		Ausstellungsdatum: 19.4.2011			
Grunddaten					
Materialnummer(n):		geplanter Umstellungstermin:			
Bezeichnung:		Hinweise/Bemerkungen:			
Teilfamilie:					
Lieferant:					
Lfd-Nr.	Voraussetzung	Nachweis / Messgröße	Erfüllung	Bemerkung	
1	Voraussetzungen auf Lieferantenebene				
1.1	QM-System des Lieferanten erfüllt mind. einen der nachfolgend genannten Punkte: A. Zertifizierung nach ISO/TS 16949:2002 B. Zertifizierung nach VDA 6.1 oder ISO 9001:2008	Zertifikatsstatus gemäß SRM-Tool			
1.2	Zustimmung zu Bedingungen der QSL liegt vor: - QSL Teil 1 UND - QSL Teil 2 ist unterschrieben	QSL-Status gemäß SRM-Tool			
2	Voraussetzungen auf Teileebene - Auditierung				
2.1	Prozess-Audit zur Freigabe für ein Teil aus der Erzeugnisklasse liegt vor und ist nicht älter als 24 Monate	Datum des letzten P-Audits gemäß Deckblatt des Auditberichtes:			
2.2	Gesamtbewertung des Prozess-Audits: "erfüllt" (gemäß ZA08910-1 ANH2 Abschnitt 5.2 max. 5 Nebenabweichungen).	Gesamtbewertung gemäß Deckblatt des Auditberichtes			
3	Voraussetzungen auf Teileebene - Beanstandungen				
3.1	In den letzten 6 Monaten gab es keine Kundenbeanstandung und keine interne Beanstandung.	SAP-Auswertung über Beanstandungen mit 5, 4 und 2 PLKZ:			
3.2	Es gibt keine offenen (d.h. in Arbeit befindlichen) Beanstandungen.	SAP-Auswertung über offene Beanstandung:			
3.3	Es gibt keine durch den Lieferant verursachten laufenden Sonderfreigaben.	SAP-Auswertung über offene Sonderfreigaben:			Sonderfreigaben für Formwerkzeuge auf Lebensdauer ausgeschlossen.
4	Voraussetzungen auf Teileebene - Lieferungen				
4.1	In den vergangenen 6 Monaten sind mind. 4 Serienlieferungen innerhalb einer Teilfamilie (unterschiedliche Fertigungslose) erfolgt.	SAP-Auswertung über Anzahl der Wareneingänge:			Teilfamilie zulässig, wenn gleichartige Fertigungsprozesse und Verpackungsvorschriften.
5	Voraussetzungen auf Teileebene - Zusätzliche Voraussetzungen bei Neuteilen				
5.1	EMPB ist frei und ohne Auflagen.	EMPB Deckblatt			
5.2	Messmittelfähigkeit ist für die vereinbarten Merkmale nachgewiesen (abgestimmte Prüfspezifikation).	Checkliste Besondere Merkmale (GPC3)			Kopie Checkliste beifügen
5.3	Prozessfähigkeit ist für die vereinbarten Merkmale nachgewiesen. Alternativ 100% Prüfung zulässig (Ausnahme z.B. visuelle Prüfung), wenn objektiv und/oder automatisiert.	Checkliste Besondere Merkmale (GPC3)			Kopie Checkliste beifügen
5.4	Für die ersten 3 Wareneingänge ist eine Wareneingangsprüfung erfolgt.	SAP-Auswertung zur Prüflosselektion			
5.5	Häufigkeit und Umfang der Requalifikationsprüfung ist bei der Prüfplanung berücksichtigt und mit dem Lieferanten vereinbart.				kein Ausschluss über Addendum zur QSV
5.6	Abhängig von der Entdeckungswahrscheinlichkeit gesonderte Vereinbarungen zur Qualitätsabsicherung bei verschleiß- und korrosionsgeschützten Teilen (z.B. gehärtet, beschichtet, wärmebehandelt, ...) getroffen.				
6	Plant-spezifische Besonderheiten (Ergänzungen möglich)				
6.1					
7	Proaktive Bewertung				
7.1	technisches Risikolevel der Bauteile akzeptabel? (Produkt- und Prozess-FMEA, Kundenforderung, Erfahrung)				Einschätzung erfolgt zusammen mit Entwicklung

Bestätigung: _____ Freigabe: _____ Freigabe: _____
 Sachbearbeiter PÜQ-Werk DC/PÜQ5

Ausgefülltes Formular wird zu Dokumentationszwecken im Q-Infosatz des Materials abgelegt.

Antrag auf Umstellung auf Ship-to-Line

Aussteller: Kochmannova		Ausstellungsdatum: 19.4.2011	
Grunddaten			
Materialnummer(n):		geplanter Umstellungstermin:	
Bezeichnung:		Hinweise/Bemerkungen:	
Teilfamilie:			
Lieferant:			

Lfd-Nr.	Voraussetzung	Nachweis / Messgröße	Erfüllung	Bemerkung
1 Voraussetzungen auf Lieferantenebene				
1.1	QM-System des Lieferanten erfüllt mind. einen der nachfolgend genannten Punkte: A. Zertifizierung nach ISO/TS 16949:2002 B. Zertifizierung nach VDA 6.1 oder ISO 9001:2008	Zertifikatsstatus gemäß SRM-Tool	JA	ISO 9001:2008
1.2	Zustimmung zu Bedingungen der QSL liegt vor: - QSL Teil 1 UND - QSL Teil 2 ist unterschrieben	QSL-Status gemäß SRM-Tool	JA	QSL1 + QSL2 unterschrieben
2 Voraussetzungen auf Teileebene - Auditierung				
2.1	Prozess-Audit zur Freigabe für ein Teil aus der Erzeugnisklasse liegt vor und ist nicht älter als 24 Monate	Datum des letzten P-Audits gemäß Deckblatt des Auditberichtes:	JA	Umgesetzt
2.2	Gesamtbewertung des Prozess-Audits: "erfüllt" (gemäß ZA08910-1 ANH2 Abschnitt 5.2 max. 5 Nebenabweichungen)	Gesamtbewertung gemäß Deckblatt des Auditberichtes	JA	89% Keine Hauptabweichung
3 Voraussetzungen auf Teileebene - Beanstandungen				
3.1	In den letzten 6 Monaten gab es keine Kundenbeanstandung und keine interne Beanstandung.	SAP-Auswertung über Beanstandungen mit 5, 4 und 2 PLKZ:	JA	Siehe SAP Auswertung
3.2	Es gibt keine offenen (d.h. in Arbeit befindlichen) Beanstandungen.	SAP-Auswertung über offene Beanstandung:	JA	Siehe SAP Auswertung
3.3	Es gibt keine durch den Lieferant verursachten laufenden Sonderfreigaben.	SAP-Auswertung über offene Sonderfreigaben:	JA	Sonderfreigaben für Formwerkzeuge auf Lebensdauer ausgeschlossen.
4 Voraussetzungen auf Teileebene - Lieferungen				
4.1	In den vergangenen 6 Monaten sind mind. 4 Serienlieferungen innerhalb einer Teilefamilie (unterschiedliche Fertigungslose) erfolgt.	SAP-Auswertung über Anzahl der Wareneingänge:	JA	Teilfamilie zulässig, wenn gleichartige Fertigungsprozesse und Verpackungsvorschriften.
5 Voraussetzungen auf Teileebene - Zusätzliche Voraussetzungen bei Neuteilen				
5.1	EMPB ist frei und ohne Auflagen.	EMPB Deckblatt	JA	Umgesetzt
5.2	Messmittelfähigkeit ist für die vereinbarten Merkmale nachgewiesen (abgestimmte Prüfspezifikation).	Checkliste Besondere Merkmale (GPc3)	JA	Kopie Checkliste beifügen
5.3	Prozessfähigkeit ist für die vereinbarten Merkmale nachgewiesen. Alternativ 100% Prüfung zulässig (Ausnahme z.B. visuelle Prüfung), wenn objektiv und/oder automatisiert.	Checkliste Besondere Merkmale (GPc3)	JA	Kopie Checkliste beifügen
5.4	Für die ersten 3 Wareneingänge ist eine Wareneingangsprüfung erfolgt.	SAP-Auswertung zur Prüflosselektion	JA	
5.5	Häufigkeit und Umfang der Requalifikationsprüfung ist bei der Prüfplanung berücksichtigt und mit dem Lieferanten vereinbart.		JA	kein Ausschluss über Addendum zur QSV
5.6	Abhängig von der Entdeckungswahrscheinlichkeit gesonderte Vereinbarungen zur Qualitätsabsicherung bei verschleiß- und korrosionsgeschützten Teilen (z.B. gehärtet, beschichtet, wärmebehandelt, ...) getroffen.		JA	Verpackung festgelegt, ausreichend abgesichert
6 Plant-spezifische Besonderheiten (Ergänzungen möglich)				
6.1				
7 Proaktive Bewertung				
7.1	technisches Risikolevel der Bauteile akzeptabel? (Produkt- und Prozess-FMEA, Kundenforderung, Erfahrung)		JA	Einschätzung erfolgt zusammen mit Entwicklung

Bestätigung: _____ Freigabe: _____ Freigabe: _____
Sachbearbeiter PUQ-Werk DC/PUQ5

Ausgefülltes Formular wird zu Dokumentationszwecken im Q-Infosatz des Materials abgelegt.

Voraussetzungen für C Teile Management

Aussteller und Datum:						
	Lieferant:					
	Bezeichnung:					
	Lieferant:					
Lfd-Nr.	Voraussetzung	Optional	Verantwortung	Nachweis / Messgröße	Erfüllung	Bemerkung
1	QM-System des Lieferanten: mind. Zertifizierung nach ISO 9001:2008 und Weiterentwicklung Richtung ISO/TS 16949 oder höherwertige Zertifizierung		PUR	SRM-Tool		
2	QAA unterschrieben:		PUR	SRM-Tool		
3	Prozessaudit nicht älter als 24 Monaten, max. 5 Nebenabweichungen, abgestimmter Massnahmenplan liegt vor		PUQ5	SRM-Tool		
4	Vereinbarung zur Rückverfolgbarkeit getroffen		PUQ5 PUQ Werk			
5	Logistik-FMEA vorliegend	X	PUQ5			
6	Prozess FMEA für eigene Herstellprozesse und für Unterlieferanten vorhanden	X	PUQ5			
7	Requalifikation		PUR			
8	Bemusterung aller Teile gemäss VDA oder PPAP für Lieferanten und Unterlieferanten gemäss der DC Anforderungen Fähigkeiten für besondere Merkmale (auch Lieferanten-Festlegung) Messstrategie (soweit erforderlich vereinbart)		PUE	SAP EMPB Deckblatt Checkliste Besondere Merkmale (Gpc3)		Normteile und Katalogware optional Zeichnungsteile bemusterungspflichtig
9	Abbedingung der Wareneingangsprüfung nach HGB § 376; §377 Produkthaftungsverantwortung, Versicherung, Haftung für Gewährleistung geklärt		PUQ			
10	Verpackungsfestlegung erfolgt, Umverpackung, Korrosionsschutz		LOG			
11	Zielvereinbarung mit Konsequenzen bei nicht Einhaltung von Obergrenzen zu ppm und PLKZ; abgestimmten Fähigkeiten und anderen Vereinbarungen		PUR M: PUQ5			
12	Teile- bzw. Sachnummerbezogene Festlegung der in STS/STL-Vereinbarung enthaltenen Teile; (Festlegung der potentiellen Teile durch Entwicklung; bzw. Verbot von STS/STL bei sensiblen Teilen) Für AQL gilt als Annahmekriterium c = 0 (z.B. abweichend von Schraubennorm), aussortierte Qualität erforderlich		Entwicklung			Einschätzung erfolgt zusammen mit Entwicklung
13	Abhängig von der Entdeckungswahrscheinlichkeit gesonderte Vereinbarungen zur Qualitätsabsicherung bei verschleiß- und korrosionsgeschützten Teilen (z.B. gehärtet, beschichtet, wärmebehandelt, ...) getroffen.		Entwicklung			Einschätzung erfolgt zusammen mit Entwicklung
14	In den letzten 6 Monaten gab es keine Kundenbeanstandung und keine interne Beanstandung. <i>Teile bezogen (Punkt 14)</i>		PUQ Werk	SAP		SAP-Auswertung über Beanstandungen mit 5, 4 und 2 PLKZ:
	Es gibt keine offenen (d.h. in Arbeit befindlichen) Beanstandungen. <i>Teile bezogen (Punkt 14)</i>		PUQ Werk	SAP		SAP-Auswertung über offene Beanstandung:
	Es gibt keine durch den Lieferant verursachten laufenden Sonderfreigaben. Sonderfreigaben für Formwerkzeuge auf Lebensdauer ausgeschlossen. <i>Teile bezogen (Punkt 14)</i>		PUQ Werk	SAP		SAP-Auswertung über offene Beanstandung, 0C Meldung:

Bestätigung:

PUQ1-2-3

DC/PUQ

Erweiterte
Freigabe:

falls nicht alle Voraussetzungen erfüllt:
GB/PB/QMM

falls nicht alle Voraussetzungen erfüllt:
GB/PB/PUR

Ausgefülltes Freigabeformblatt zur Kenntnis an P/QMM und P/PUR schicken

Voraussetzungen für C Teile Management

Aussteller und Datum: Kochmannova Eva DC/PUQ-Nu2						
Lieferant:						
Bezeichnung:						
Mat.Nummer						
Lfd-Nr.	Voraussetzung	Optional	Verantwortung	Nachweis / Messgröße	Erfüllung	Bemerkung
1	QM-System des Lieferanten: mind. Zertifizierung nach ISO 9001:2008 und Weiterentwicklung Richtung ISO/TS 16949 oder höherwertige Zertifizierung		PUR	SRM-Tool	JA	
2	QAA unterschrieben:		PUR	SRM-Tool	JA	
3	Prozessaudit nicht älter als 24 Monaten, max. 5 Nebenabweichungen, abgestimmter Massnahmenplan liegt vor		PUG5	SRM-Tool	JA	
4	Vereinbarung zur Rückverfolgbarkeit getroffen		PUG5 PUQ Werk		JA	
5	Logistik-FMEA vorliegend	X	PUG5		JA	
6	Prozess FMEA für eigene Herstellprozesse und für Unterlieferanten vorhanden	X	PUG5		JA	
7	Requalifikation		PUR		JA	
8	Bemusterung aller Teile gemäss VDA oder PPAP für Lieferanten und Unterlieferanten gemäss der DC Anforderungen Fähigkeiten für besondere Merkmale (auch Lieferanten-Festlegung) Messstrategie (soweit erforderlich vereinbart)		PUE	SAP EMPE Deckblatt Checkliste Besondere Merkmale (GPC3)	JA	Normteile und Katalogware optional Zeichnungsteile bemusterungspflichtig
9	Abbedingung der Wareneingangsprüfung nach HGB § 376; § 377 Produkthaftungsverantwortung, Versicherung, Haftung für Gewährleistung geklärt		PUQ		JA	
10	Verpackungsfestlegung erfolgt, Umverpackung, Korrosionsschutz		LOG		JA	
11	Zielvereinbarung mit Konsequenzen bei nicht Einhaltung von Obergrenzen zu ppm und PLKZ; abgestimmten Fähigkeiten und anderen Vereinbarungen		PUR M: PUG5		JA	
12	Teile- bzw. Sachnummerbezogene Festlegung der in STS/STL-Vereinbarung enthaltenen Teile; (Festlegung der potentiellen Teile durch Entwicklung; bzw. Verbot von STS/STL bei sensiblen Teilen) Für AQL gilt als Annahmekriterium c = 0 (z.B. abweichend von Schraubennorm), aussortierte Qualität erforderlich		Entwicklung		JA	AQL = 0
13	Abhängig von der Entdeckungswahrscheinlichkeit gesonderte Vereinbarungen zur Qualitätsabsicherung bei verschleiß- und korrosionsgeschützten Teilen (z.B. gehärtet, beschichtet, wärmebehandelt, ...) getroffen.		Entwicklung		JA	Einschätzung erfolgt zusammen mit Entwicklung
14	In den letzten 6 Monaten gab es keine Kundenbeanstandung und keine interne Beanstandung. <i>Teile bezogen (Punkt M)</i>		PUQ Werk	SAP	JA	SAP-Auswertung über Beanstandungen mit 5, 4 und 2 PLKZ:
	Es gibt keine offenen (d.h. in Arbeit befindlichen) Beanstandungen. <i>Teile bezogen (Punkt M)</i>		PUQ Werk	SAP	JA	SAP-Auswertung über offene Beanstandung:
	Es gibt keine durch den Lieferant verursachten laufenden Sonderfreigaben. Sonderfreigaben für Formwerkzeuge auf Lebensdauer ausgeschlossen. <i>Teile bezogen (Punkt M)</i>		PUQ Werk	SAP	JA	SAP-Auswertung über offene Beanstandung, 0C Meldung:

Bestätigung:

_____ PUG1-2-3

_____ DC/PUQ

Erweiterte
Freigabe:

_____ falls nicht alle Voraussetzungen erfüllt:
GB/PB/GMM

_____ falls nicht alle Voraussetzungen erfüllt:
GB/PB/PID

Příloha: 8D report

8D-Report			
Referenz-Nr.:		Zwischenbericht:	
SonderfreigabeNr		Abschlussbericht:	
Kopfdaten			
Bestandungsdatum:		Produkt:	
8D-Titel:		Rexroth Material Nr.:	
Mängelhaftigentsch:		Rexroth Fertigungswerk:	
Reklamier. Kunde:		Kunden-Material-Nr.:	
Bestandungsart:		Seriennummer:	
Lieferanten-Nr.:		Aussteller:	
Name Lieferant:			
D1 Problemlösungsteam			
Pate:			
Team:			
Externe:			
D2 Problembeschreibung			
Kundenbeanstandung:			
Beschr. durch Hersteller:			
Fehlerart:			
Fehlerort:			
Herstellungsdatum:	Bestandete Stückzahl:	Ende von D2:	
D3 Sofortmaßnahme(n)			
Verantw.:	eingeführt am:	wirksam ab:	
Zustimmung der Kunden bei prozess- oder produktverändernden Sofortmaßnahmen am: Verantw.:			
D4 Ursachenanalyse			
Ursache / Verursachender Prozess:			
Hauptursache(n) mit Nachweis: Warum konnte der Fehler auftreten?			
Verantw.:	erledigt am:		
Hauptursache(n) mit Nachweis: Warum ist der Fehler nicht entdeckt worden?			
Verantw.:	erledigt am:		
Risikoabschätzung:			
Betroffener Produktionszeitraum von:	bis:	Verantw.:	erledigt am:
Erwartete Anzahl weiterer Fehler an produzierten Teilen:	pot. fehlerh. Stk:	intern:	0 km: Feld:
D5 Abstellmaßnahme(n) und Nachweis der Wirksamkeit:			
Verantw.:	erledigt am:		
D6 Einführung der Abstellmaßnahme(n) und Nachweis der Wirksamkeit			
Beschreibung der Abstellmaßnahme(n):			
Verantw.:	geplante Einführung am:	eingeführt am:	wirksam ab:
	Kundenzustimmung am:	durch:	
D7 Vorbeugende Maßnahme(n) gegen Wiederholfehler			
Verbesserung des QM-Systems (FMEA, Verfahrensweisungen, PQP ...):			
Verantw.:	geplante Einführung am:	Einführung erledigt am:	
D8 Abschlussdurchsprache			
	Vorname	Nachname	E-Mail-Adresse
Teilnehmer:			
durchgeführt am:			
Unterschriften:			
P/QMM:	Name:	Datum:	Unterschrift:
Pate:	Name:	Datum:	Unterschrift:

Příloha: Zjednodušená analýza pro náhodné výskyty

DC-Formular

Qualifizierte Stellungnahme

Reklamationsmanagement

Kopfdaten

Beanstandungsnummer:	
Zurückgemeldete niO Stück:	

Problembeschreibung

--

Sofortmassnahmen

	Verantwortlich	Eingeführt am

Ursache

	Verantwortlich	Erlodigt am
<i>Warum konnte der Fehler auftreten?</i>		
<i>Warum ist der Fehler nicht entdeckt worden?</i>		

Maßnahmen

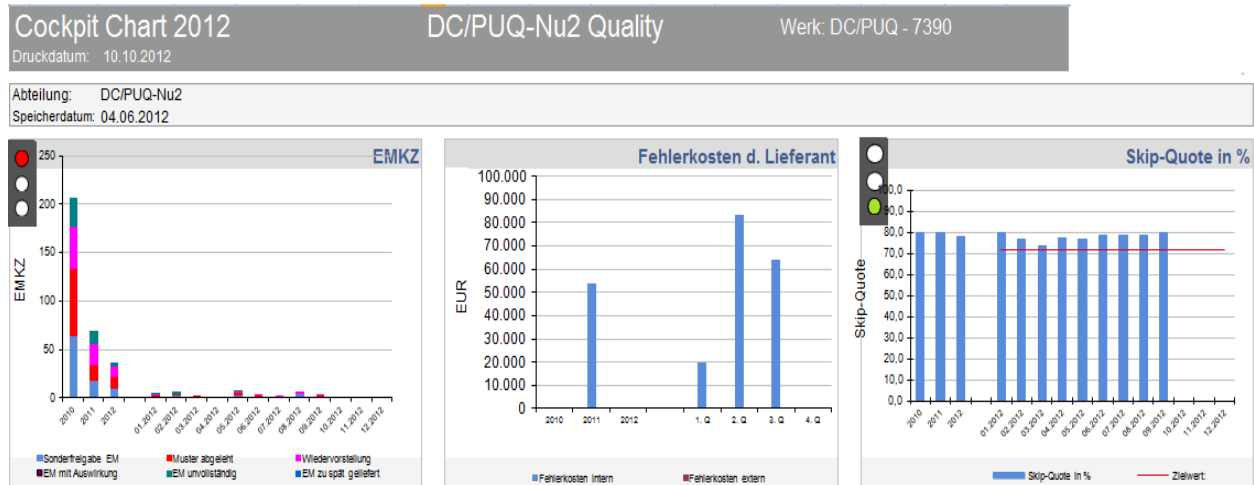
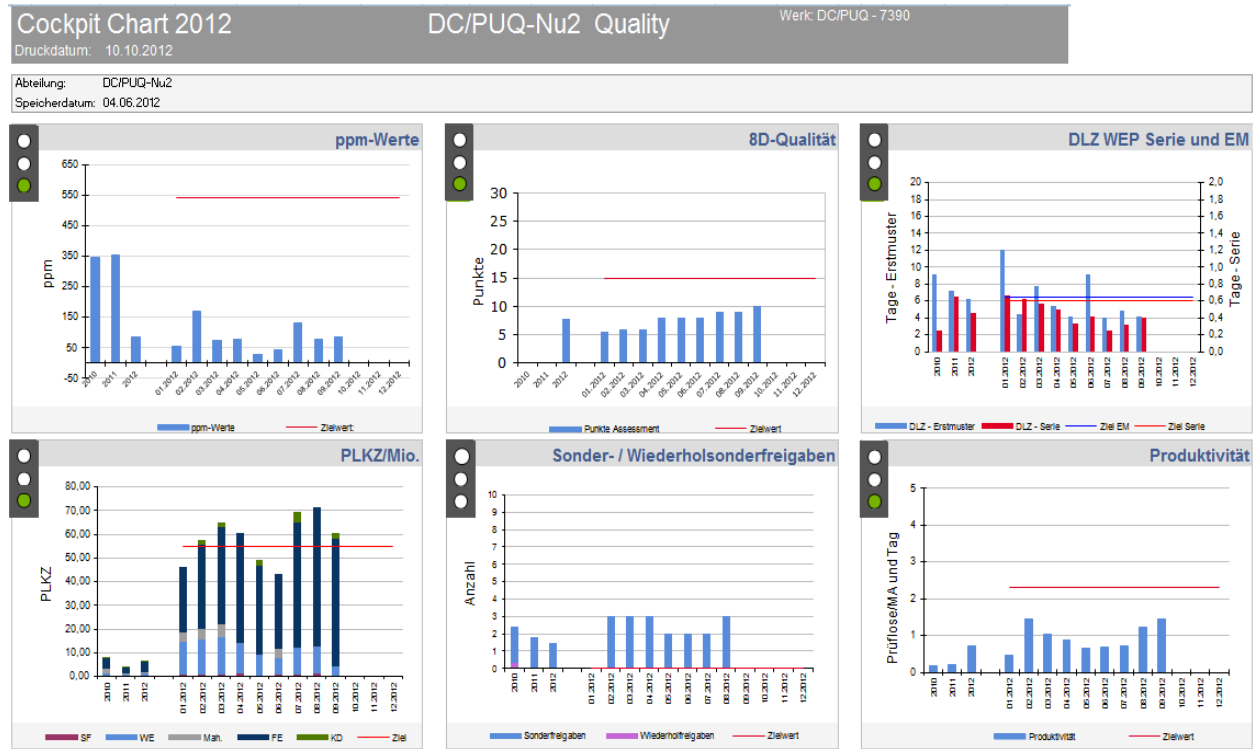
	Verantwortlich	Eingeführt am
<i>Bezüglich Auftreten</i>		
<i>Bezüglich Entdeckung</i>		

Bestätigt durch Lieferant:

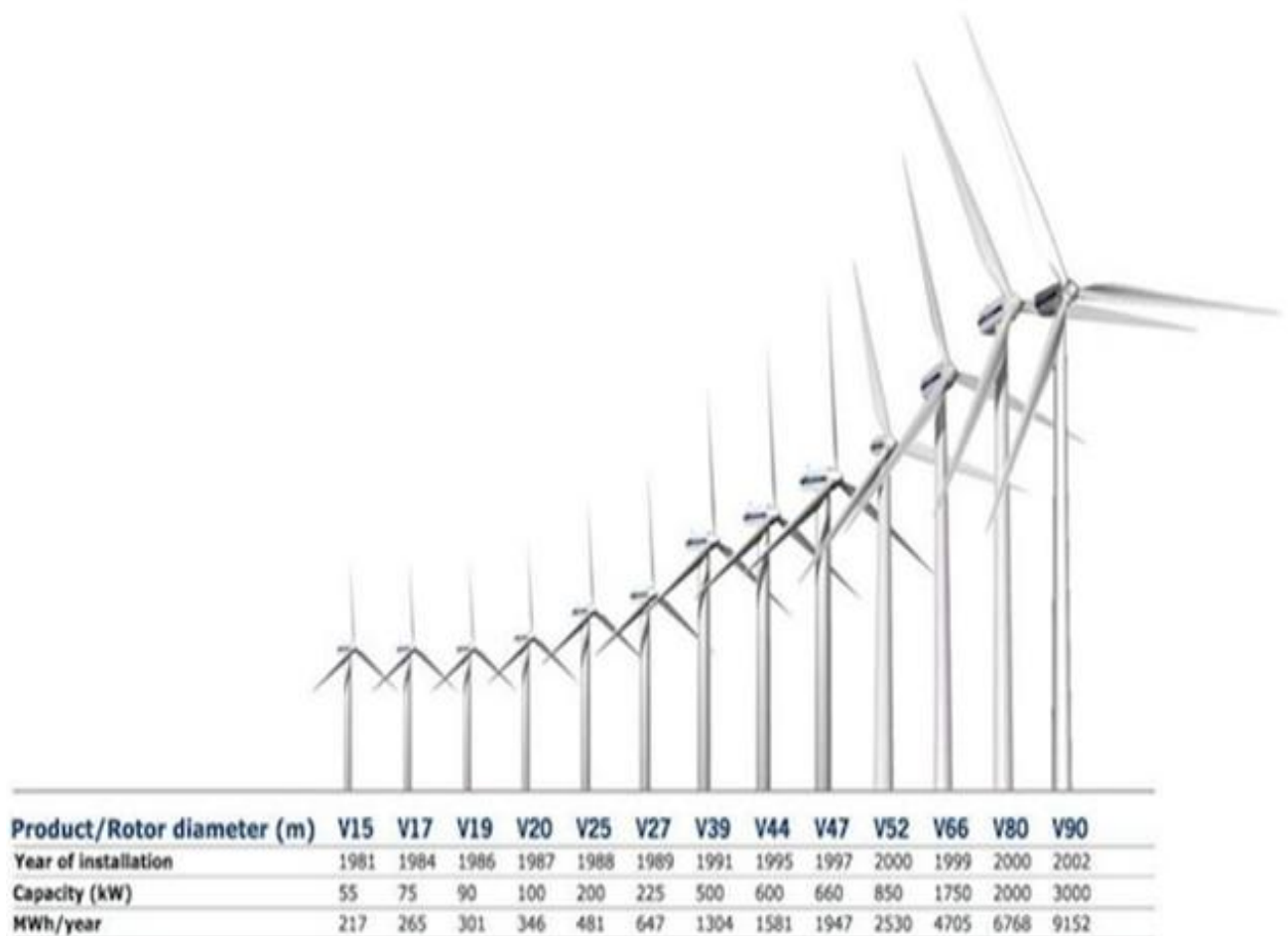
Am:

Name:

Příloha: QCC = Quality Chart



Příloha: Větrná energie



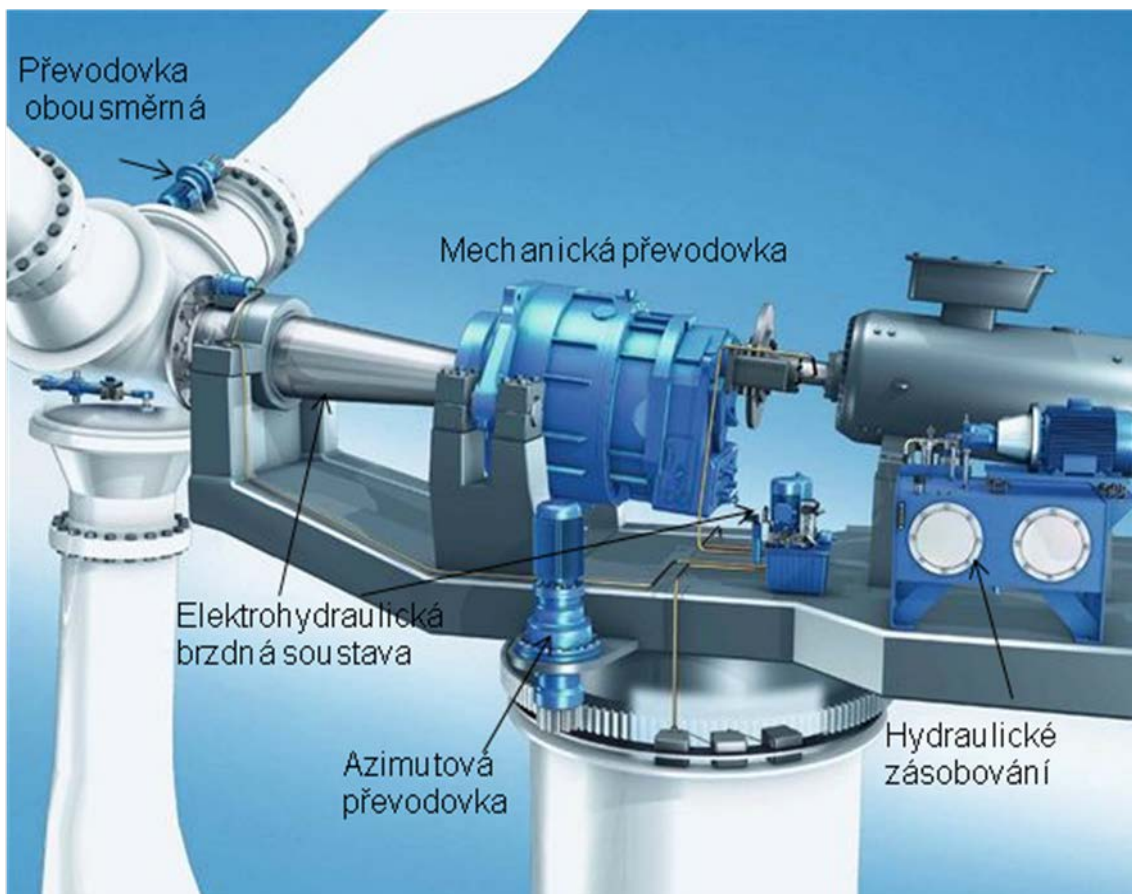
Obr.č. 68. Vývoj výkonu mechanických převodovek (interní zdroj)

Výše uvedený obr. znázorňuje vývoj výkonu od roku 1981 do roku 2002, prudký nárůst je zaznamenán v devadesátých letech až do roku 2000. Po roce 2002 přibližně do roku 2005 roste výkon na jednotku na 3,5 MW / celkový roční výkon stoupá o přibližně 15%. Mezi roky 2006 až 2009 nastává boom, výkon 3,5 až 5 MW, celkový roční nárůst o ca. 100%. Roky 2009 a 2010 zaznamenávají světovou krizi s dopadem na větrný průmysl. Dochází ke stagnaci přibližně do konce roku 2010, od kdy dochází opět k prudkému nárůstu, výkon na jednotku 5 – 8 MW a roční nárůst o 40%. Trendu přispívá katastrofa Japonska (Fukushima), ovšem pouze do poloviny roku 2012. V současné době je situace přirovnávána hospodářské krizi z let 2009 a 2010, tato situace je očekávána minimálně do konce roku 2014. [26]

Společnost patří se svojí výrobou převodovek mezi největších 6 výrobců mechanických převodovek a zaujímá tak nemalý podíl trhu, spolu se společnostmi např. jako je Winergy, Flender, Siemens patří mezi leadery na trhu. [27]

Mechanická převodovka je umístěna ve středu gondoly, rotory – křídla jsou poháněna větrnou energií a vzhledem k obousměrné převodovce jsou flexibilní dle směru větru. Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína, umístěná na stožáru, energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je poté prostřednictvím generátoru převáděna na energii elektrickou a tak zdrojem elektrické energie. Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztahové síly s druhou mocninou rychlosti větru a energie vyprodukovaná generátorem třetí mocninou. Převodovka je zepředu i zezadu elektrohydraulicky brzděna a zásobována hydraulicky, např. olejem. Azimutová převodovka umožňuje pohyb gondoly taktéž dle směru větru.

Hlavní závod na výrobu mechanických převodovek je město Witten (Nordheim-Westfalen), kde je kromě prototypové výroby soustředěn vývoj a konstrukce, vývoj procesů, strategický nákup a vrcholový management. Druhý výrobní závod, otevřený v r. 2007 v Pekingu je předurčen na výrobu převodovek 2 – 3 MW pro trh zejména Asie. Jako poslední, tedy třetí závod byl vybudován závod v Norimberku (Bavorsko) v roce 2008.



Obr.č. 69. Řez větrné elektrárny (interní technická dokumentace)

Mezi dva hlavní produkty závodu Norimberk patří 2 MW převodovka GPV 442 konečný zákazník Vestas a Gemessa a diferenciální převodovky s označením GPV5xx, disponujícím výkonem 2, 3 až 3 MW, jedná se o:

- GPV 510, konečný zákazník Nordex
- GPV 530, konečný zákazník General Electrics
- a v současné době GPV 570, konečný zákazník Vestas, výkon 3MW

K představě uvádím stručné shrnutí parametru včetně zobrazení.

Technické parametry např. GPV 5xx:

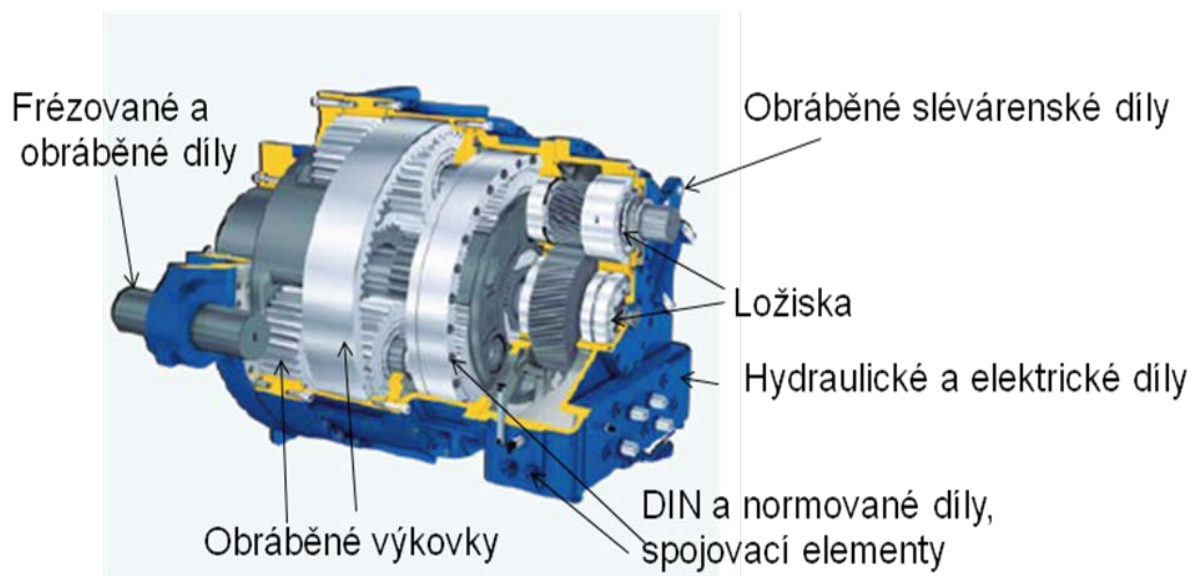
- výkon 2,5 až 3 MW
- převod od 70 do 150
- dva planetové stupně a jeden čelní stupeň s kompaktním designem
- optimalizovaná hlučnost
- snadná údržba a servis



Obr.č. 70. GPV 5xx (interní technická dokumentace)

Mechanická převodovka se skládá z ca. 300 dílů, při čemž nakupované díly tvoří v mechanické převodovce 80%, dodávaných zhruba od 85 dodavatelů po celém světě. Jedná se o tyto hlavní skupiny dílců:

- obráběné slévárenské díly
- obráběné výkovky
- ložiska
- DIN a normované díly, spojovací elementy
- frézované a obráběné díly
- hydraulické a elektrické díly



Obr.č. 71. Příčný řez převodovkou (interní technická dokumentace)

