

Zefektivnění výrobního procesu na montážní lince BMW ve společnosti WOCO STV s.r.o.

Bc. Antonín Šenkeřík

Diplomová práce
2019

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	Bc. Antonín Šenkeřík
Osobní číslo:	M17405
Studijní program:	N6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Průmyslové inženýrství
Forma studia:	kombinovaná
Téma práce:	Zefektivnění výrobního procesu na montážní lince BMW ve společnosti WOCO STV s.r.o.

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši se zaměřením na zefektivnění výrobního procesu.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu vybraného výrobního procesu ve společnosti WOCO STV s.r.o.
- Zhodnoťte současný stav výrobního procesu na lince BMW.
- Na základě výsledků analýzy vypracujte návrh vedoucí k zefektivnění výrobního procesu na lince BMW.
- Vyhodnoťte dopady tohoto řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor a Francis Group, 2014, 1476 s. ISBN 9781466515048.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3. doplněné vydání. V Praze: C. H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

MICHÁLEK, Jiří. Základy statistického myšlení. Praha: Česká společnost pro jakost, 2011, 70 s. ISBN 978-80-02-02327-2.

QIU, Peihua. Introduction to statistical process control. Boca Raton: Chapman a Hall/CRC, 2014, 520 s. ISBN 978-1-4398-4799-2.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Macurová, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **14. prosince 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **16. dubna 2019**

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Bc. Antonín Šenkeřík

.....

podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je zefektivnění výrobního procesu na montážní lince ve společnosti WOCO STV s.r.o. Tato práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou použity poznatky z odborné literatury se zaměřením na zefektivnění výrobního procesu. Praktická část využívá informací z teoretické části. Obsahuje základní informace o společnosti WOCO STV s.r.o., popisuje výrobní proces montáže na lince BMW. Pomocí workshopu s využitím metody Ishikawova diagramu a 5Why se stanovil hlavní nedostatek. Na základě vytvořených analýz je realizován projekt, který se zabývá implementací návrhu na zlepšení. V závěru této části jsou shrnuty přínosy, které realizace projektu přinese.

Klíčová slova: proces, 5Why, Ishikawův diagram, projekt, SPC, zefektivnění

ABSTRACT

The aim of this thesis is improving of the production process on the assembly line in company WOCO STV s.r.o. This work is divided into theoretical and practical part. In the theoretical part are used the knowledge from the literature with the focus on improving of the production process. The practical part uses the information from the theoretical part. It contains basic information about WOCO STV s.r.o., describes the production process of assembly on the BMW line. The workshop with using of Ishikawa diagram and the 5Why method identify a major shortcoming. Based on the analyzes, a project is being implemented that deals with the implementation of the proposal for improvement. At the end of this part are summarized the benefits that the project implementation will bring.

Keywords: process, 5Why, Ishikawa diagram, project, SPC, improving

Rád bych poděkoval paní Ing. Lucie Macurové Ph.D. za vedení, za její čas, odbornou výpomoc a poznatky při zpracování diplomové práce.

Děkuji vedení společnosti WOCO STV s.r.o. za možnost zpracování této diplomové práce a zaměstnancům za jejich spolupráci a odborné znalosti.

Velké díky patří mé manželce a dětem. Stáli při mně v každé chvíli, ať těžké nebo radostné. Jejich podpora během mého studia a v době, kdy jsem psal tuto práci, mi byla přílivem nekonečné energie a odhodlání, které mě táhlo kupředu.

V neposlední řadě děkuji své rodině, která mi po celý čas mého studia byla oporou a pomáhala mi ve chvílích, kdy se čas stal mým nepřítelem.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	13
1.1 SYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP K PI	14
2 AUTOMOBILOVÝ PRŮMYSL	15
2.1 STANDARDY V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU	15
2.1.1 ISO 9000	15
2.1.2 IATF 16949	16
2.1.3 VDA 6.1	16
3 VÝROBNÍ PROCES	17
3.1 ROZDĚLENÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	18
4 WORKSHOP	19
4.1 BARIÉRY	20
4.2 VÝHODY.....	20
5 PROJEKT	21
5.1 CHARAKTERISTIKY PROJEKTU	21
5.2 ANALÝZA PROJEKTU	21
5.2.1 Metoda SMART	22
5.3 HARMONOGRAM	22
6 VYBRANÉ ANALÝZY A METODY V PRŮMYSLOVÉM INŽENÝRSTVÍ	23
6.1 METODA ABC.....	23
6.2 SWOT ANALÝZA	23
6.3 FMEA ANALÝZA RIZIK	24
6.4 ISHIKAWŮV DIAGRAM	24
6.5 5WHY.....	25
6.6 BRAINSTORMING	26
6.7 POKA-YOKE	26
6.8 JIDOKA	26
7 SPC – STATISTICKÁ KONTROLA PROCESŮ	28
7.1 ZPŮSOBILOST PROCESU	28
7.1.1 Cp a Cpk.....	29
7.2 TRENDY DAT	29
7.2.1 Histogram.....	29

II PRAKTICKÁ ČÁST	31
8 SPOLEČNOST WOCO STV S.R.O.	32
8.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE	33
8.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	33
8.3 CERTIFIKACE SPOLEČNOSTI	34
8.4 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO	34
9 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU NA LINCE BMW	35
9.1 LINKA BMW	35
9.2 POPIS VODNÍHO VENTILU	36
9.3 LAYOUT LINKY BMW	38
9.4 PRACOVNÍ POSTUP NA JEDNOTLIVÝCH STANICÍCH	39
9.4.1 Stanice 1 - Svaření kroužku do pouzdra	40
9.4.2 Stanice 2 – Montáž tyčky	41
9.4.3 Stanice 3 – Automatické nýtování	42
9.4.4 Stanice 4 – Montáž těsnění	42
9.4.5 Stanice 5 – Svaření jisticího dílu s tyčkou	43
9.4.6 Stanice 6 - Kompletace ventilu	43
9.4.7 Stanice 7 - Příprava ventilu na sešroubování	44
9.4.8 Stanice 8 – Šroubování	45
9.4.9 Stanice 9 – Zkouška vodního ventilu a balení OK kusů	46
9.5 METODA ABC	47
9.6 WORKSHOP	48
9.6.1 Brainstorming	50
9.6.2 Ishikawův diagram	52
9.6.3 5WHY	53
9.6.4 Závěr workshopu	55
9.7 ROZBOR MOŽNOSTÍ STATISTICKÉ REGULACE PROCESŮ	55
9.8 STAV VÝROBNÍHO PROCESU LINKY BMW	56
9.9 HLAVNÍ ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY	57
9.9.1 Malé množství dat pro vyhodnocení parametrů	57
9.9.2 Nevyužívání dat z DW ke statistické regulaci procesu výroby	58
9.10 NÁVRH NA ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU	58
10 ANALÝZA PROJEKTU	59
10.1 SWOT ANALÝZA	59
10.1.1 Silné stránky	59
10.1.2 Slabé stránky	59
10.1.3 Příležitosti	60
10.1.4 Hrozby	60
10.2 METODA SMART	62
10.2.1 S – konkrétnost cíle	62
10.2.2 M – měřitelnost cíle	62
10.2.3 A – akceptovatelnost / dosažitelnost cíle	62

10.2.4	R – reálnost cíle.....	63
10.2.5	T – časové ohraničení cíle.....	63
10.3	PROJEKTOVÁ FMEA RIZIK.....	63
10.3.1	Nápravná opatření.....	64
11	PROJEKT Q-LANYS.....	68
11.1	PROJEKTOVÝ TÝM.....	68
11.2	HARMONOGRAM PROJEKTU.....	68
11.3	AKČNÍ PLÁN.....	70
11.4	CENOVÁ NÁVRATNOST INVESTICE.....	71
11.5	IMPLEMENTACE SOFTWARE Q-LANYS.....	73
11.5.1	První fáze.....	74
11.5.2	Druhá fáze.....	75
11.6	STATISTICKÁ REGULACE NA LINCE BMW.....	78
11.7	ZHODNOCENÍ CÍLE PROJEKTU.....	83
11.7.1	Zefektivnění výrobního procesu.....	85
12	VYHODNOCENÍ DOPADŮ REALIZACE PROJEKTU Q-LANYS.....	86
12.1	ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	86
12.2	ÚSPORA PRÁCE PŘI VYHODNOCOVÁNÍ TRENDŮ A ZPŮSOBILOSTÍ.....	86
12.3	ONLINE ZÁZNAM DAT.....	87
12.4	RYCHLÁ REAKCE NA NEOČEKÁVANOU ZMĚNU V PROCESU.....	87
12.5	MOŽNOST VYUŽITÍ SOFTWARE Q-LANYS NA DALŠÍCH LINKÁCH.....	88
12.6	ZVÝŠENÍ ÚROVNĚ ZKUŠENOSTÍ ZAMĚSTNANCŮ WOCO STV.....	88
	ZÁVĚR.....	89
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	90
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	94
	SEZNAM TABULEK.....	96
	SEZNAM PŘÍLOH.....	97

ÚVOD

Stále se zvyšující požadavky zákazníků na vysokou kvalitu a zároveň nízké ceny u výrobků jsou provázeny nutností zlepšovat procesy a snižovat náklady v rámci výroby a procesů, které jsou s výrobou přímo nebo nepřímo spojeny.

Především automobilový průmysl se v tomto směru značně rychle vyvíjí a snaží se odpovídat na požadavky zákazníků. Společnosti, které používají poznatky průmyslového inženýrství, se na trhu stávají flexibilnějšími v rámci odpovědi na poptávku a zároveň si tvoří pevnou vnitřní strukturu procesů, kterou pak využívají jako své know-how.

Společnost WOCO STV s.r.o. patří do skupiny dodavatelů v automobilovém průmyslu a svými procesy se snaží odpovídat na nejvyšší požadavky kvality svých zákazníků. Tato diplomová práce navazuje na všeobecné požadavky zákazníků a je zpracována v oblasti montáže vodních ventilů, které se v této společnosti vyrábí.

Cílem diplomové práce je zefektivnit výrobní proces na montážní lince vodních ventilů, které jsou dodávány zákazníkovi BMW.

Teoretická část je zpracována jako literární rešerše. Nejdříve je popsáno průmyslové inženýrství a výrobní proces. Následují informace o automobilovém průmyslu se zaměřením na standardy, které se v tomto průmyslu využívají. Je zde přiblížena metodika workshopů a projektů a jejich přínosy. Závěrečnou část tohoto oddílu tvoří popis vybraných metod a technik průmyslového inženýrství a informace k použití statistické kontroly procesů SPC.

Praktická část využívá poznatků z teoretické části. Nejdříve je řešena analýza současného stavu na výrobní lince BMW, kdy jsou popsány hlavní operace, a je proveden workshop. V rámci workshopu jsou využity metody PI jako je Ishikawův diagram nebo 5Why a díky nim je nalezena kořenová příčina problému. Jsou stanoveny návrhy na nápravná opatření, která detekovaný problém odstraní.

V druhém oddílu praktické části je vypracována analýza projektu za pomoci SWOT analýzy, metody SMART a FMEA analýzy rizik. Projekt obsahuje i implementaci softwaru Q-LanYs pro regulaci výrobního procesu na základě trendů a způsobilostí. Výsledkem je zefektivnění výrobního procesu snížením časů při práci s daty a snížením vzniku možných neshodných výrobků a s nimi spojených vícenákladů.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavní cíl

Hlavním cílem této diplomové práce je zefektivnění výrobního procesu na lince BMW ve společnosti WOCO STV s.r.o.

Metodika práce

Nejdříve byla prostudována odborná literatura, která se týkala analýz výrobních procesů a použití metod průmyslového inženýrství, do kterých patří i statistická kontrola procesů.

Poznatky z teoretické části byly použity jako základ pro praktickou část, která se dělí na dva oddíly, a to na analýzu současného stavu a projektovou část, která obsahuje implementaci návrhu na zlepšení.

Pro analýzu současného stavu byly použity tyto metody a techniky:

- ABC analýza
- Workshop
- Brainstorming
- Ishikawův diagram
- 5Why

Pro analýzu projektu byly použity:

- SWOT analýza
- Metoda SMART
- FMEA analýza rizik

Poslední oddíl praktické části obsahuje zhodnocení přínosů, které vzniknou realizací projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Každá organizace chce eliminovat náklady a zlepšit své procesy. Průmyslové inženýrství (PI) lze popsat jako praktickou aplikaci kombinace inženýrských oborů spolu s principy systémového řízení. Je to inženýrství pracovních procesů, v kterém jsou aplikovány metody průmyslového inženýrství a zkušenosti nabyté pracovníky. PI klade velký důraz na porozumění pracovníkům a jejich potřebám s cílem zvýšit a zlepšit výrobní a servisní činnosti (Badiru, 2013, s. 4).

Podle Adedeji B. Badiru (2013, s. 4) jsou 3 hlavní činnosti a techniky PI:

1. Vytvoření pracovních míst, která zajistí nejekonomičtější způsob práce
2. Stanovení standardů výkonosti a měření kvality, množství a nákladů v procesech
3. Navrhování a implementace nových zařízení

Jiný pohled na základní metody a techniky PI popisuje Mašín a Vytlačil (2000, s. 79-82), kteří je dělí:

1. Techniky založené na kreativité a kvantitě
2. Řízení, navrhování a plánování
3. Sledování technologických hledisek
4. Využití lidského potenciálu

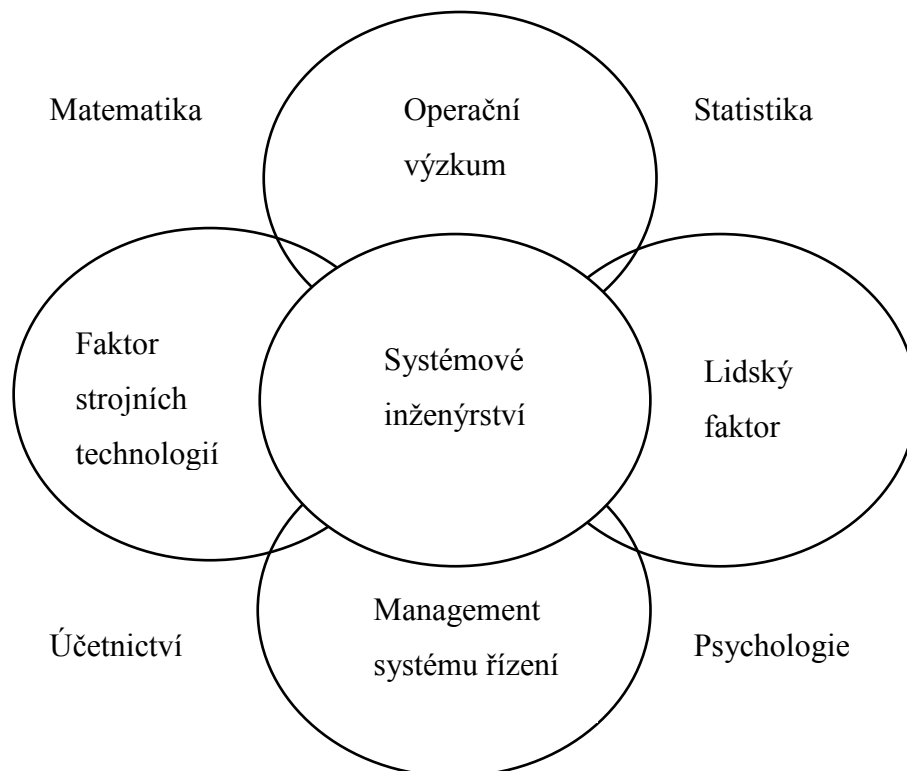
Průmysloví inženýři společně s využitím systémového myšlení, pomáhají nalézt odpovědi a řešení na otázky, jak zlepšit procesy a činnosti s nimi spojené. Průmyslové inženýrství rozšiřuje systémový pohled na problematiku efektivní výroby. Nelze používat metody průmyslového inženýrství efektivně, aniž by se na zkoumanou problematiku nenahlíželo ze systémové perspektivy (Badiru, 2013, s. 3).

1.1 Systémový přístup k PI

Systémovým přístupem je myšlen způsob myšlení, jakým musí průmyslový inženýr pracovat. Využívá systémové inženýrství, které zahrnuje rozpoznání, analýzu a sjednocení všech aspektů organizace nebo zařízení. Systém je definován jako soubor vzájemně provázaných elementů spolupracujících v synergii při tvoření společného výstupu, který je větší než součet jednotlivých výstupních komponent. Z toho důvodu usnadňuje systémový pohled na proces komplexní zahrnutí všech faktorů zapojených do procesu a zlepšuje výstupy průmyslového inženýrství (Badiru, 2013, s. 5).

Podle Salvendy (2001, s. 5-6) musí mít průmyslový inženýr přehled jak v oblasti fyziky a matematiky, tak musí znát problematiku managementu a sociálních věd. Následně za pomoci vhodně vybraných metod PI dokáže vytvořit návrhy na zlepšení procesů nebo systému spojených s lidmi, materiálem, strojními technologiemi a informačními systémy.

Vzájemné propojení hlavních okruhů, které spadají do systémového inženýrství, je zobrazeno na obr. 1 (Salvendy, 2001, s. 5).



Obrázek 1 - Propojení okruhů řešených systémovým inženýrstvím
(vlastní zpracování dle Salvendy, 2001, s. 5)

2 AUTOMOBILOVÝ PRŮMYSL

Průmysloví specialisté uvádějí, že počátky v expanzi zahraničního obchodu v automobilovém průmyslu se datují k technologickému transferu masového výrobního modelu Ford Motor Company z USA do západní Evropy a Japonska po obou světových válkách. Toto vedlo k výraznému nárůstu zejména japonského a německého trhu. Významným trendem v průmyslové globalizaci byl pak vývoz palivově úsporných automobilů z Japonska do USA (Domansky a Williams, 2006, s. 1)

V roce 1930 jezdilo po celém světě 32 milionů automobilů. Toto číslo se může zdát obrovské, avšak na konci století se počet automobilů vyhoupl na 775 milionů, což je čtyřicetkrát více. Tímto růstem jsou pak přímo ovlivněna průmyslová odvětví jako výstavby silnic, automobilové obchodní sítě a servisy. (Ponting, 2018, s. 347-348)

2.1 Standardy v automobilovém průmyslu

Toto odvětví průmyslu je specifické tím, že společnosti a firmy musí být certifikovány některým z oborových standardů a to nejméně ISO 9000. Další hlavní standardy jsou VDA 6.1 a IATF 16949, která byla dříve označována jako ISO/TS 16949 (Váchal, Vochozka a kolektiv, 2013, s. 507).

2.1.1 ISO 9000

Tuto normu vyhotovila skupina společností působících v automobilovém průmyslu. Jedná se o společnosti Chrysler, General Motors a Ford. Součástí této oborové normy je plné znění normy ISO 9001 a obsahuje především požadavky na zavádění nových výrobků, uvolnění výrobku, použití metod v rámci způsobilosti procesů a neustálého zlepšování. Každý dodavatel v automobilovém průmyslu musí v různých úrovních splňovat požadavky vyplývající z této normy (Váchal, Vochozka a kolektiv, 2013, s. 507).

2.1.2 IATF 16949

Technická specifikace ISO/TS 16949: 2009 byla vytvořena skupinou International Automotive Task Force (IATF). Toto třetí vydání ISO/TS 16949 ruší a nahrazuje druhé vydání (ISO / TS 16949: 2002), které bylo technicky revidováno v souladu s normou ISO 9001: 2008. Čtvrté vydání nese název IATF 16949: 2016, který nahrazuje ISO / TS 16949: 2009 (Avdakovič, 2018, s. 515).

Podle Avdakoviče (2018, s. 515) musí být zaměstnanci v organizacích, které chtějí zavést IATF 16949, proškoleni nejen na požadavky IATF 16949 samotné, ale také na aplikaci metod a postupů pro řízení projektu. Do těchto metod patří:

- APQP - plánování kvality výrobku
- FMEA - analýza chyb a jejich následků
- SPC - statistická kontrola procesů
- MSA - analýza měřicího systému
- PPAP - část schvalovacího procesu pro výrobu
- 8D - metodika řešení problémů

2.1.3 VDA 6.1

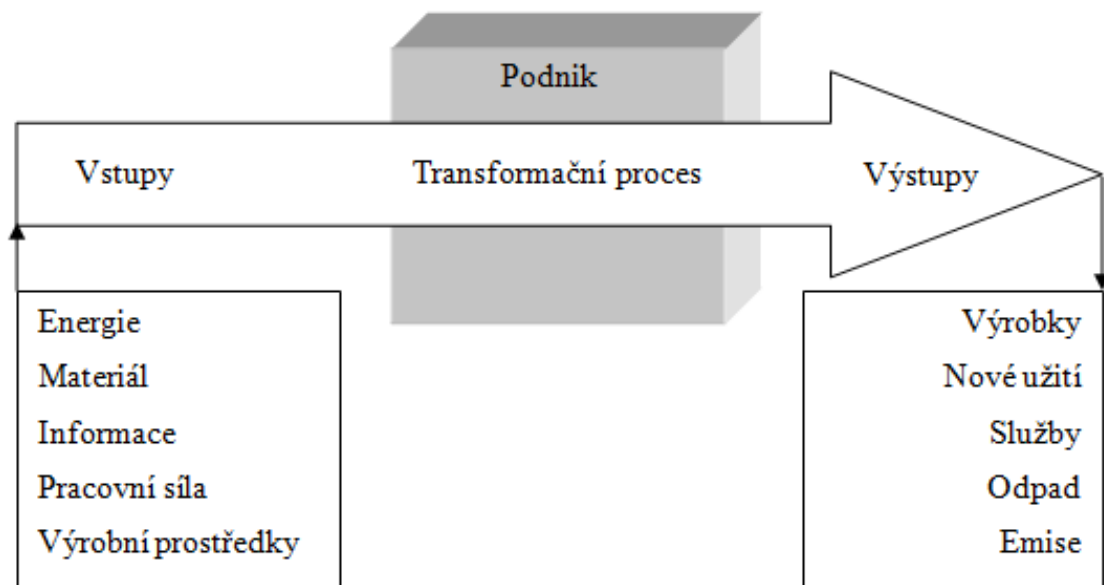
Tato norma byla vydána v roce 1991 pod názvem Audit systému jakosti.

VDA 6 je série příruček, které pokrývají základy auditů kvality, auditu procesů a certifikace v automobilovém průmyslu. Jejich vytvoření nebylo zamýšleno jako doplňkové požadavky k normě ISO 9000, ale jako návod pro auditory provádějící audity dodavatelů, kteří dodávají své výrobky v rámci automobilové výroby. Záměrem VDA 6.1 je zlepšit působení auditorů v tomto průmyslu za pomoci jednotného výkladu požadavků ISO 9000 a jednotného přístupu k auditům (Hoyle, 2000, s. 6).

3 VÝROBNÍ PROCES

Výrobním procesem lze nazývat výrobu, která produkuje hmotné a nehmotné statky. Tyto statky pak uspokojují poptávku na trhu (Tomek a Vávrová, 2007, s. 17).

Tomek a Vávrová (2014, s. 17) dále popisují výrobní proces jako hodnototvornou činnost, která je vytvářena cílevědomým lidským chováním. Tento proces je realizován pomocí podnikového výrobního systému. Tento systém znázorňuje obr. 2 (Tomek a Vávrová, 2014, s. 17).



Obrázek 2 - Podnikový výrobní systém

(vlastní zpracování dle Tomka a Vávrové, 2014, s. 17)

Výrobní proces můžeme popsat podle:

- podle charakteristiky vyráběných výrobků nebo poskytovaných služeb
- variant výrobků nebo služeb
- velikosti kapacit, které výroba může dosáhnout
- úrovní a typů technologií, které jsou při výrobě využity
- umístění a rozvrhnutí výrobních prostorů a samotnou organizací výroby
- typů výrobních procesů
- úrovně kvality vzhledem a schopnosti reagovat na poptávku (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 9)

3.1 Rozdělení výrobního procesu

Základním dělením výrobního procesu je rozdělení na výrobu plynulou a přerušovanou (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 10-11).

V plynulé výrobě lze výrobky produkovat nepřetržitě. Samotná výroba může probíhat po celý rok. Čas spojený s poruchami strojů a zařízení je brán jako výjimka. Stejně tak i čas, který je využit pro opravy takto vzniklých problémů. Typickým představitelem je výroba rud nebo elektrické energie. Plynulá výroba je také charakteristická vysokými počátečními náklady a zvýšenou potřebou zásob. Je zde však omezeno kolísání v oblasti výkonu a kvality. Náklady spojené s provozem jsou nižší než u přerušovaných výrobních procesů (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11).

Přerušovanou výrobu lze popsat jako výrobu, kde jsou výrobky produkovány v časových intervalech a tyto intervaly jsou předem stanoveny a plánovány. Typickým představitelem tohoto typu výroby je strojírenství (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11).

Keřkovský a Valsa (2012, s. 11) dělí výrobní procesy dle množství vyráběných výrobků do tří skupin, a to na kusovou, sériovou a hromadnou:

- Kusová výroba je charakteristická velkou škálou výrobků, které jsou vyráběny v malém množství. Výroba odpovídá na poptávku zákazníka, který si vybírá konkrétní produkt. Proces této výroby bývá složitější než u výroby sériové nebo hromadné (Kavan, 2002, s. 23).
- Sériová výroba je tvořena skupinami výrobků. Tyto skupiny jsou vyráběny v sériích a po ukončení výroby jednoho produktu nebo skupiny se začíná vyrábět jiný produkt nebo skupina výrobků. Hlavním představitelem této výroby je automobilový průmysl a také třeba zemědělství (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 12).
- Hromadná výroba vytváří a produkuje velké množství jednoho typu výrobku v dlouhém období. Tuto výrobu lze nazvat také jako proudovou nebo plynulou. Nejvyšším stupněm hromadné výroby je pásová výroba, která nese název podle dopravníků mezi jednotlivými pracovišti (Synek, 2007, s. 243). Představiteli této výroby je např. průmyslová výroba, cukrárny, textilní výroba (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 12).

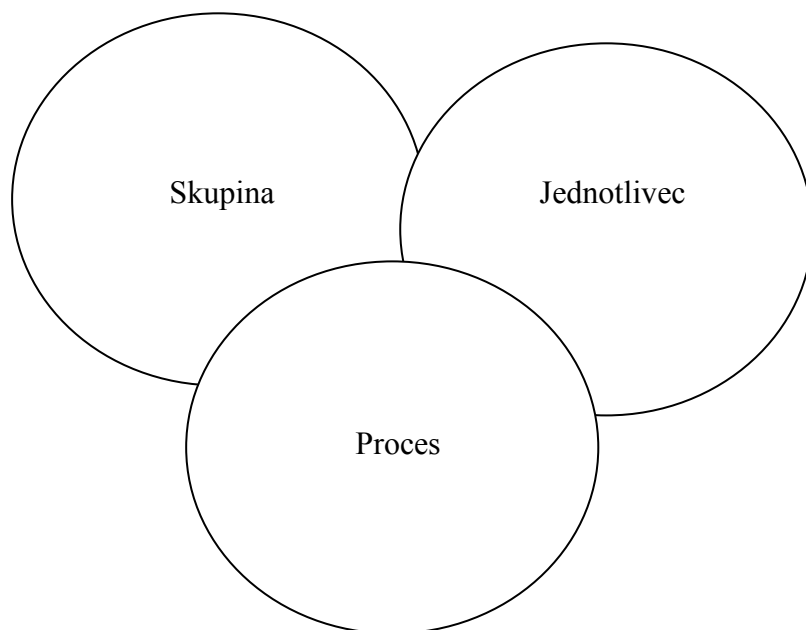
4 WORKSHOP

Podle Medlíkové (2013, s. 46) lze workshop popsat jako interaktivní děj, při kterém se účastníci snaží vyřešit vybraný cíl. Workshopu se mohou účastnit jak jednotlivci, tak tým nebo skupiny týmů. Osoba zodpovědná za vedení workshopu se nazývá moderátor. Řídí samotný proces workshopu a vstupuje do něj i obsahově. Úkolem moderátora je zpracovat výstup z workshopu.

Moderátor se může stát současně členem týmu a společně se podílet na řešení úkolu, vyhodnocení a dotáhnutí procesu workshopu až do samého konce, kdy se ukončí situace, kvůli které byl workshop otevřen (Medlíková, 2013, s. 46).

Obr. 3 (Medlíková, 2013, s. 46) zobrazuje propojení tří rovin práce, které musí moderátor zohledňovat.

Stanfield (2002, s. 18) popisuje workshop jako činnost, které se nemusí účastnit odborníci, ale tým, který ví, jaký problém řeší, a zná procesy, kterých se téma týká. Workshop pak vytváří udržitelné výsledky a pracuje se s velmi vysokou hodnotou informací. Využitím workshopu se buduje neobvykle vysoký stupeň úcty ke skupině a jednotlivcům v ní.



Obrázek 3 - Tři roviny práce moderátora

(vlastní zpracování dle Medlíkové, 2013, s. 46)

4.1 Bariéry

Podle Medlíkové (2013, s. 47) jsou nejzávažnější bariéry a překážky, které mohou bránit v úspěšném provedení workshopu, aspekty jako špatná definice problému, jednostranný pohled na problém, zapadávání do stereotypů, rušivé vstupy (lidé, nátlak z vedení, okolí), špatně zvolený tým (stejnorodá skupina) a nezkušený moderátor.

4.2 Výhody

Jednoznačné výhody workshopu jsou v aktivním zapojení lidí do práce. Postoje a dovednosti lidí jsou navzájem ovlivňovány a tento způsob přináší intenzivní zážitky při řešení problému. Efektivní je už jenom skutečnost, že účastníci workshopu se navzájem učí a rozšiřují tak své vědomosti. Tyto činnosti pak vedou k stmelení kolektivu a překonávání krizí. Zpětná kontrola je pak uskutečněna mnohonásobným pohledem všech členů týmu a výsledky, které si účastníci odnášejí, jsou zpravidla okamžitě použitelné a lze s nimi dále pracovat (Medlíková, 2013, s. 48).

V případě, že se tým účastní zavádění workshopu do praxe, cítí zodpovědnost a jejich motivace a chuť k práci se tím posiluje. Správně provedený workshop utužuje vztahy a má dlouhodobý vliv na účastníky, procesy nebo celou společnost (Medlíková, 2013, s. 49).

5 PROJEKT

Doležal a Krátký (2016, s. 17) definují projekt jako soubor činností, které vedou ke splnění stanovených výsledků nebo cíle (Doležal a Krátký, 2016, s. 17).

Dwyer, Stanton a Thiessen (2004, s. 3-4) popisují projekt jako organizované, časově omezené, jednorázové úsilí zaměřené na definovaný cíl, který vyžaduje zdroje, je specifikovaný, musí se splnit včas a v rámci předem stanoveného rozpočtu.

5.1 Charakteristiky projektu

Podle Doležala a Krátkého (2016, s. 16) je projekt odlišen od rutinní práce těmito pěti aspekty:

- jedinečnost projektu
- projektu lze přiřadit čas, peníze a zdroje
- realizuje ho tým složený lidmi z různých částí organizace
- řeší složitý a komplexní problém
- obsahuje řadu rizik

5.2 Analýza projektu

Analýza projektu je kritickým faktorem úspěchu projektu a je ústředním pilířem projektového řízení. Zahrnuje definici cíle, analýzu rizik a hodnocení reálnosti projektu (Dwyer, Stanton a Thiessen, 2004, s. 130).

V rámci odhalení rizik jsou identifikovány skutečnosti, které by mohly ohrozit průběh projektu. Jestliže hrozí nějaké riziko, snažíme se zjistit, jaký by mělo na projekt dopad, jaká je pravděpodobnost, že může nastat a co lze provést pro snížení nejzávažnějších rizik (Dwyer, Stanton a Thiessen, 2004, s. 130).

5.2.1 Metoda SMART

Slouží jako kontrola cíle nebo očekávaných výsledků z hlediska jejich konkrétnosti, výstižnosti a přesnosti. Název je zkratka tvořená počátečními písmeny anglických slov, podle kterých se hodnotí zvolený cíl (Horská, 2009, s. 74).

V tabulce č. 1 (Lojda, 2011, s. 34) je rozebrán význam písmen v názvu metody SMART.

Tabulka 1 - Definice zkratky SMART (vlastní zpracování dle Lojdy, 2011, s. 34)

S	Specific	Specifický	Cíl musí být konkrétní a zcela originální. Musí být jasně definované požadované výstupy.
M	Measurable	Měřitelný	Cíl musí být možné změřit. Nezáleží, jaké jsou použity parametry, ale je potřeba definovat míru změny.
A	Agreed	Akceptovatelný	V první řadě s cílem musí souhlasit vedení organizace. Následně nesmí být opomenuta akceptovatelnost ze strany zaměstnanců, kteří se budou podílet na realizaci cíle.
R	Realistic	Realistický	Dostupnost zdrojů, ekonomická situace a úroveň organizace vytvářejí podmínky pro zajištění reálnosti cíle.
T	Timed	Termínovaný	Důležité je, aby bylo možno stanovit pevné termíny, jak pro cíl samotný, tak pro dílčí činnosti.

Janišová a Křivánek (2013, s. 82) používají jako definici písmene A slovo achievable neboli dosažitelný. Cíl má být ambiciózní, ale ne přehnaně. V tomto případě je cíl dosažitelný.

5.3 Harmonogram

Popisuje úkoly a činnosti, které mají být provedeny v určitých termínech. Zároveň obsahuje informaci o tom, kdo za činnost zodpovídá. Harmonogram je dokument, který je využíván ke srovnání plánovaných termínů vůči skutečnému plnění. V případě, že vznikají odchylky od plánu, jsou vytvářeny nápravná opatření nebo preventivní akce (Doležal, Krátký a Cingl, 2013, s. 111).

6 VYBRANÉ ANALÝZY A METODY V PRŮMYSLOVÉM INŽENÝRSTVÍ

Následující kapitola popisuje vybrané metody a analýzy PI.

6.1 Metoda ABC

ABC analýza slouží k identifikaci nejdůležitějších faktorů, na které by se měli pracovníci zaměřit. Využívá se v řízení zásob a v dalších oblastech. Pomáhá zacílit aktivity na oblasti, které jsou nejdůležitější a nejvíce ovlivňují výsledky činností. V případě, že hledáme největší náklady u různých okruhů se zaměřením na procentuální zastoupení nákladů vůči tržbám nebo rozpočtu, analýza ABC okamžitě identifikuje faktory, které jsou odpovědné za většinu nákladů. Tato analýza rozděluje faktory do tří tříd. První je třída A, která obsahuje přibližně 15% až 20% faktorů a odpovídá za 60% až 80% nákladů. Třída B obsahuje přibližně 20% až 25% faktorů a odpovídá za 20% až 30% nákladů a třída C se skládá ze zbývajících faktorů, které jsou zodpovědné za méně než 10% nákladů. Tento typ analýzy pomáhá oddělit důležité od méně důležitých faktorů (Duffuaa, Raouf a Campbell, 1999, s. 301).

6.2 SWOT analýza

SWOT analýza je přezkoumání silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb a je prováděna nejlépe v týmu složeném z různých osob v podniku. Doporučuje se začít se silnými stránkami, které jsou často snadněji definovatelné, poté následují slabiny. Správným rozborem slabin lze dosáhnout skutečných bodů, které danou problematiku oslabují.

Jakmile jsou definovány silné a slabé stránky, dalším krokem je seznam příležitostí. Mohou to být rozšíření vašich současných silných stránek nebo schopností. Posledním

krokem je definování hrozeb. Tyto oblasti jsou rizikové a mohou být rozšířením vašich slabých stránek. Dobrým způsobem, jak vytvořit SWOT analýzu, je přemýšlet o silných a slabých stránkách jako o interně kontrolovatelných faktorech, a o příležitostech a hrozbách jako o externě ovlivnitelných faktorech.

6.3 FMEA analýza rizik

Název pochází z anglického sousloví Failure Modes and Effects Analysis, což ve volném překladu znamená analýza možných poruch a jejich následků. Tato analýza je základní nástroj pro analýzu rizik v automobilovém průmyslu a jejich dodavatelů (Goth, 2005, s. 6).

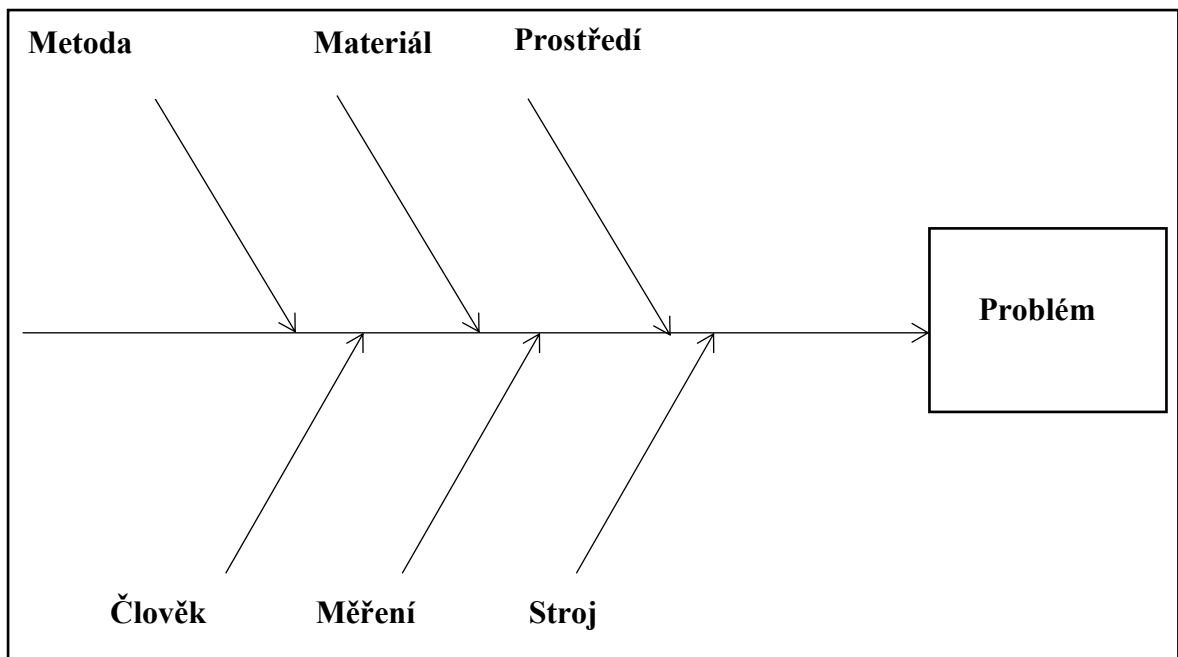
Aby mohla být stanovena nápravná opatření v závislosti na zjištěném riziku, hodnotí se tzv. rizikové číslo, což je stanovená míra rizika. Výpočet tohoto čísla je vytvořen znásobením tří aspektů, které jsou ohodnoceny čísly 1-10, kdy jednička je nejmenší závažnost. Jedná se o závažnost rizika, četnost, s jakou se vyskytuje, a schopnost odhalení tohoto rizika (Veber, 2007, s. 162).

6.4 Ishikawův diagram

Pomocí tohoto diagramu jsou názorně zobrazeny a seřazeny příčiny, které mohou ovlivňovat zvolený problém. To, co analyzujeme, je označeno vodorovnou čarou zakončenou šipkou. Na tuto šipku je navedeno šipkami 6 okruhů, ve kterých mohou vznikat případné příčiny. Tyto okruhy se mohou lišit v závislosti na vybraném problému. Následným přiřazením možných příčin k jednotlivým okruhům a jejich ohodnocením z hlediska závažnosti lze stanovit hlavní příčiny problému (Veber, 2007, s. 149).

Pro tento diagram se také používá název rybí kost (Tichý, 2006, s. 180).

Obr. č. 4 popisuje kostru Ishikawova diagramu a šest nejčastěji využívaných okruhů pro výběr příčin (Kaiser, 2018, s. 211-213).



Obrázek 4 - Kostra Ishikawova diagramu

(vlastní zpracování dle Kaisera, 2018, s. 211-213)

6.5 5Why

Metodou 5Why hledáme kořenové příčiny problémů nebo také obecných příčin, kvůli kterým problémy vznikají. Postupným dotazováním na předchozí odpověď se získá konečná odpověď, která nejlépe popisuje kořenovou příčinu. Kdyby nebylo dotazování omezeno pouze v pěti stupních, vznikaly by v mnoha případech nekonečné proudy dotazů a upouštělo by se od hlavní podstaty problému nebo příčiny (Kaiser, 2018, s. 208-209).

Podle Filipa a Šebestíka (2017, s. 204) je rozpoznání kořenové příčiny základem pro odstranění zvoleného problému. Odstraněním kořenové příčiny vyřešíme problém komplexně.

6.6 Brainstorming

Brainstorming se řadí do kreativních technik, které jsou využívány v rámci týmů. Výstup z této techniky je mít co nejvíce možných odpovědí, nápadů nebo řešení na předem specifikovaný problém nebo úkol (Filip a Šebestík, 2017, s. 239).

Veber (2007, s. 145) popisuje brainstorming jako týmovou techniku, které odpovídá překladu tohoto slova do češtiny – Bouření mozků. Účastníci se snaží oprostit od stereotypů a výsledkem jsou nové nápady a řešení vybrané problematiky.

6.7 Poka-Yoke

Člověk při své práci chybí ve chvílích nepozornosti nebo kvůli lidské zapomnětlivosti. Na základě toho vymyslel japonský inženýr Shigeo Shingo metodiku Poka-Yoke pro dosažení nulových vad a zároveň nástroj pro odstranění nutnosti kontroly kvality provedení. Slovo Poka-Yoke v překladu znamená Chyba-neúmyslná. Tato metodika vytváří jednoduché koncepty, kdy na základě konstrukčních nebo procesních opatření nelze vyrobit výrobek nebo provést činnost jinak, než nejvhodnějším a jediným způsobem (Shimbun, 1989, s. 11).

6.8 Jidoka

Jidoka znamená "automatizace s lidským faktorem". Toto je definice Toyoty, která je vysoce zaměřena na proces automatizované výrobní linky (Tisbury, 2014, s. 7).

Čtyři prvky Jidoky jsou:

- 1) Detekce problému (zvukový nebo světelný signál)
- 2) Zastavení linky

3) Opravení vzniklého problému

4) Provedení analýzy základních příčin a vytvoření nápravných opatření k odstranění opakování tohoto problému (Tisbury, 2014, s. 7)

Ačkoliv byla Jidoka vyvinuta pro automatickou linku, lze ji také využít v jakémkoliv prostředí např. v kancelářích nebo servisních službách (Tisbury, 2014, s. 7).

7 SPC – STATISTICKÁ KONTROLA PROCESŮ

Podle Qiu (2014, s. 35) se statistická kontrola procesů (SPC) používá v rámci sledování opakujících se procesů (např. u výrobních linek, zdravotnických systémů, sociálního nebo ekonomického systému). Využívá se proto, aby byl zajištěn stabilně fungující proces, což je jeden z hlavních požadavků v rámci kontroly a řízení kvality. Za posledních deset až dvacet let dosáhlo SPC velkého pokroku a bylo vyvinuto mnoho nových metod SPC, jak zpracovat data pro tyto účely.

Důležité je ověřit, zda vyráběné výrobky odpovídají jejich navrženým požadavkům. Pokud je odpověď „negativní“, pak by měl být výrobní proces co nejdříve zastaven, jinak by došlo k plýtvání času a peněz, protože produkty by v těchto případech nemusely uspokojit potřeby spotřebitelů. SPC je významným statistickým nástrojem pro kontrolu shody výrobků s jejich požadovaným stavem (Qiu, 2014, s. 6).

Michálek (2011, s. 11) tvrdí, že nestačí data statisticky vyhodnocovat a tak kontrolovat procesy nebo činnosti, ale je potřeba je také správně sbírat a využívat. Měla by být relevantní, reprezentativní, v dostatečném množství a musí vyplývat ze souvislostí. Data v dobré kvalitě zajišťují i kvalitní výsledky.

Je potřeba stanovit vhodnou dobu a způsob, jak data získávat. Mnohdy je to spojeno s časovými a finančními problémy. Lze i využít automatizaci pro snadné získávání dat a výsledků (Michálek, 2011, s. 11).

7.1 Způsobilost procesu

Produkty musí dosahovat takové kvality, která vychází ze zákaznických požadavků, technických tolerancí atd. Požadavek na kvalitu výrobku je obvykle specifikován dolním limitem tolerance (LSL) a horní specifikační tolerancí (USL). Pokud je naměřená hodnota X mezi těmito dvěma mezemi, pak je produkt přijatelný a je klasifikován jako vyhovující. V opačném případě se jedná o neshodný produkt. Analýza procesní způsobilosti výrobního procesu je určena především pro měření schopnosti vyrábět vyhovující produkty. Analyzu-

jí se určité vybrané údaje, které jsou reprezentativní pro výrobu. Pro provedení analýzy procesních způsobilostí by měly být stanoveny hodnoty LSL a USL. Měla by být také k dispozici datová zásoba informací, které popisují produkci výrobního procesu. Způsobilosti procesů jsou spjaty se statistickou kontrolou procesů (Qiu, 2014, s. 102).

7.1.1 Cp a Cpk

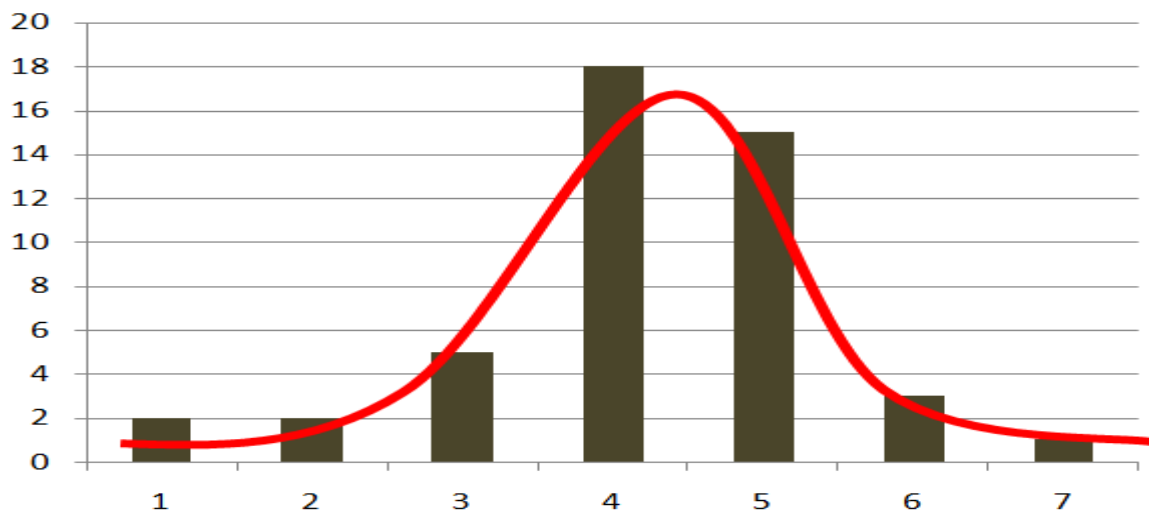
Nenadál (2017, s. 347) považuje Cp a Cpk za nejčastěji využívané indexy způsobilosti při vyhodnocování způsobilosti procesů. Tyto indexy posuzují schopnost trvale vyrábět a dodávat výrobky, které odpovídají tolerančním mezím. Mezi těmito dvěma indexy platí nerovnost. Hodnoty Cpk jsou menší nebo maximálně rovny hodnotám Cp. Pro obě ale platí, že se mění v závislosti na změně rozložení naměřených hodnot v rámci tolerančního pole. Za způsobilý je považován ten proces, který má hodnoty $Cpk \geq 1,33$. Tento požadavek se rozvojem technologií stále zpřísňuje.

7.2 Trendy dat

Grafickým znázorněním dat lze získat přehled o chování naměřených hodnot v čase. Je důležité ponechávat pořadí, v kterém byly naměřeny, protože tak lze vysledovat trendy dat a jejich změny. Tímto pohledem pak lze vysledovat změny vzniklé v procesu v rámci získávání dat a lze tak reagovat vlastními analýzami na odhalení závislostí, co tyto změny způsobilo (Michálek, 2011, s. 19-20).

7.2.1 Histogram

Základní podstata histogramu, který je zobrazen na obr. 5, je rozložení dat do definovaných intervalů a vytvořením hodnotových sloupců nad těmito intervaly. Histogramem se získávají informace o nejpravděpodobnějším výskytu hodnoty parametru, informace o variabilitě dat, a zda data tvoří symetrické nebo asymetrické chování vůči nejčastější poloze hodnot parametru (vlastní zpracování dle Michálka, 2011, s. 21).



Obrázek 5 - Příklad histogramu

(vlastní zpracování dle Michálka, 2011, s. 23)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 SPOLEČNOST WOCO STV S.R.O.

Společnost byla založena v roce 1956 Franzem Josefem Wolfem nedaleko Frankfurtu nad Mohanem jako rodinná firma zabývající se především výrobou gumových a plastových dílů. F. J. Wolf začal s vulkanizací pryže pro automobilový průmysl po svém vyučení v prostorách pily svého otce. Později vzal do firmy své tři sourozence a založil firmu Wolf and Company, pod zkratkou WOCO.

V současné době působí celosvětově pod jménem WOCO se sídlem v Bad Soden-Salmüsteru. Rozšíření poboček do různých částí světa byl způsoben již v pozdních šedesátých letech logistickou potřebou dosáhnout dobrých vztahů se zákazníky, kdy hlavním předpokladem jsou krátké dodací lhůty. Z tohoto faktu pak společnost čerpá nejen výhody v oblastech logistiky, využití lokálních zdrojů, ale také využívá možnost přiblížení se ke svým zákazníkům, a tak flexibilně reagovat na jejich požadavky.

Z celkových 23 výrobních a obchodních jednotek rozmístěných po celém světě se právě WOCO STV se svými více než 1000 zaměstnanci řadí na úplný vrchol tohoto koncernu. Hlavní náplní práce této společnosti je vývoj a výroba dílů pro automobilový průmysl. Její výrobky jsou použity v řešení karosérií a pohonu u dopravních prostředků. Konkrétně WOCO STV sídlící na Vsetíně se zabývá gumovýrobu a montážní výrobou. Mimo to disponuje vlastní projekcí a programováním nových výrobních linek a tuto možnost využívají sesterské pobočky a odebírají nové linky právě z WOCO STV.

Nedílnou součástí je také vývojové oddělení a laboratoře. Vývoj úzce spolupracuje se zákazníky a jejich požadavky. Výsledkem jsou pak výrobky, které maximálně uspokojí zákazníka a zároveň umožní, aby nové designy a funkce byly patentovány koncernem WOCO. Společnost WOCO STV vlastní CT-laboratoř, technickou laboratoř, laboratoř k analýze gumových dílů a měřící středisko s možností 3D a optického měření pod mikroskopy.

V současné době je WOCO STV středně velkým podnikem a stalo se jedním z největších zaměstnavatelů v okrese Vsetín a své výrobky dodává téměř po celém světě – to je od Číny přes Evropu až po Ameriku.

8.1 Základní informace

Obchodní firma: WOCO STV s.r.o.

Sídlo: Jasenice 2088, 755 01 Vsetín

Identifikační číslo: 47975261

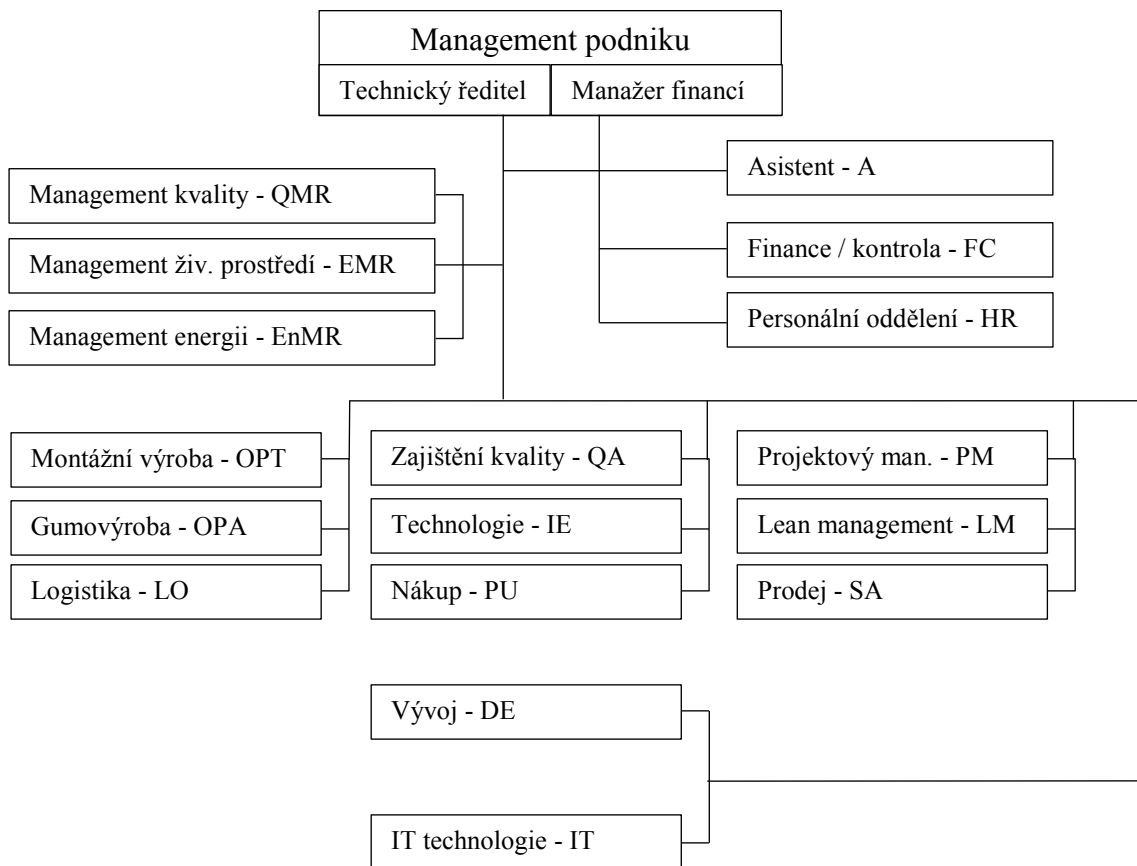
Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Základní kapitál: 30 000 000 CZK

Statutární orgán: jednatel

(Výpis z obchodního rejstříku, 2019)

8.2 Organizační struktura



Obrázek 6 - Organizační struktura společnosti
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

8.3 Certifikace společnosti

WOCO STV s.r.o. je certifikována dle požadavku automobilové normy IATF 16949:2016 a pravidelně kontrolována zákazníky dle jejich doplňujících požadavků. WOCO STV také vlastní certifikaci na „Životní prostředí – ISO 14001“ a „Energie management - ISO 50001“.

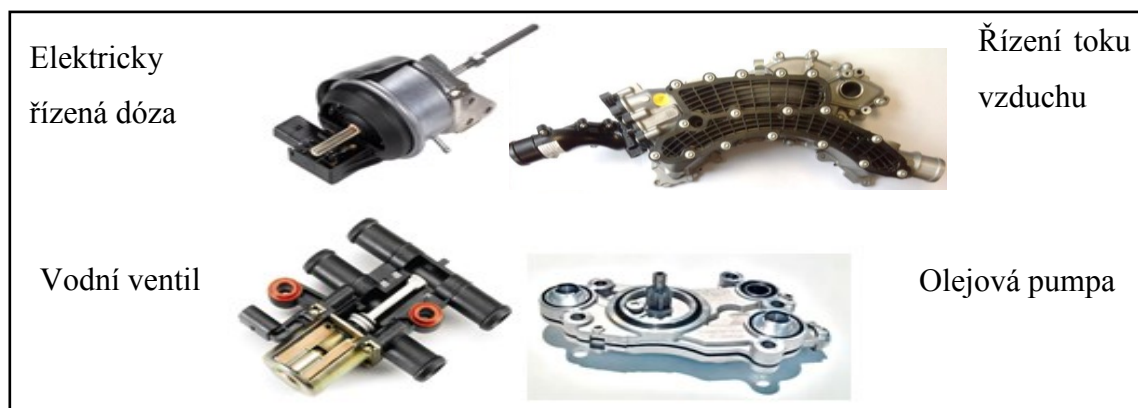
Cílem všech kontrol a auditů je ověření shody, tj. zda se pracuje dle definovaných postupů a dokumentů.

8.4 Výrobní portfolio

Výrobu ve společnosti WOCO STV s.r.o. lze rozdělit do dvou divizí, a to na montážní sériovou výrobu a výrobu gumových dílů. Obě tyto produkce jsou cíleny na zákazníky z automobilového průmyslu.

Společnost WOCO STV s.r.o. dodává své výrobky do automobilového průmyslu přímo výrobcům aut např. BMW, Daimler, Volkswagen, Audi, Porsche, Volvo, Bentley, Ford, Jaguar, Land Rover nebo jejím dodavatelům tj. zákazníkům BWTS, Behr, Continental, Mahle, Bosch, Montaplast, Wabco, Scania včetně dílčích závodů WOCO.

Jedná se o výrobky z více oblastí, tj. elektricky řízené ventily, vodní ventily, řazení, řídicí kovové i plastové jednotky a výrobky z gumových směsí, včetně obštríknutí vkládaných dílů a menších sestav gumou. Výběr těchto výrobků je zobrazen na obr. 7.



Obrázek 7 - Výběr z výrobního portfolio společnosti WOCO STV s.r.o.

(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

9 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU NA LINCE BMW

Tato část je věnovaná analýze výrobního procesu u výrobku vodních ventilů, které jsou dodávány zákazníkovi BMW. Nejdříve je potřeba začít samotným popisem vybrané linky a procesu výroby u jednotlivých operací. Dále jsou pomocí analytických metod vytvořeny podklady potřebné pro zpracování projektu.

9.1 Linka BMW

Samotná linka je nazvána „linkou BMW“ a pod tímto názvem ji lze spolehlivě ve společnosti rozlišit, i když jiné výrobky pro BMW mohou být vyráběny i na jiných linkách. Je to z toho důvodu, že tato linka je vytvořena pro jeden z hlavních projektů pro zákazníka BMW a jsou u ní použity vyspělé technologie, jako jsou pomocná robotická ramena a software pro automatické měření a uchovávání hodnot z jednotlivých výrobních stanic do skladu dat tzv. Data Warehouse (DW).

Linka je mimo automatická robotická ramena obsluhována ještě třemi operátory, kteří zakládají montážní díly na pracovištích s poloautomatickým řízením. Díl postupně prochází osmi stanicemi a na konci této výroby je na zkušební stole automaticky vyhodnocen jako OK nebo NOK kus. Pokud se jedná o OK kus, je automaticky robotem odebrán ze zkušební stanice a vložen na pás pro shodné výrobky. V opačném případě je NOK kus automaticky vložen na pás směřující do uzavřené červené bedny.

Na lince vyobrazené na obr. 8 se vyrábí metodou ONE PIECE FLOW – jednokusový výrobní tok. Netvoří se žádné mezioperační zásoby a vyrábí se na základě objednávek zákazníka. Veškerý potřebný materiál je na linku dodáván manipulátem na základě fungujících Kanban karet. Operátoři se tedy nemusí po dobu výroby starat o chybějící materiál a nevznikají tedy prostoje z důvodu čekání nebo hledání materiálu. Materiál na linku je doplňován pomocí válečkových sjezdů, díky kterým je dodržováno FIFO při spotřebě vstupního materiálu.

Operátoři zaznamenávají svou práci do směnových protokolů, kde spolu se seřizovači zapisují informace o prostojích, na konci směny zde uvádějí informace o počtu vyrobených neshodných výrobků a zaznamenávají informace k úklidu na lince.

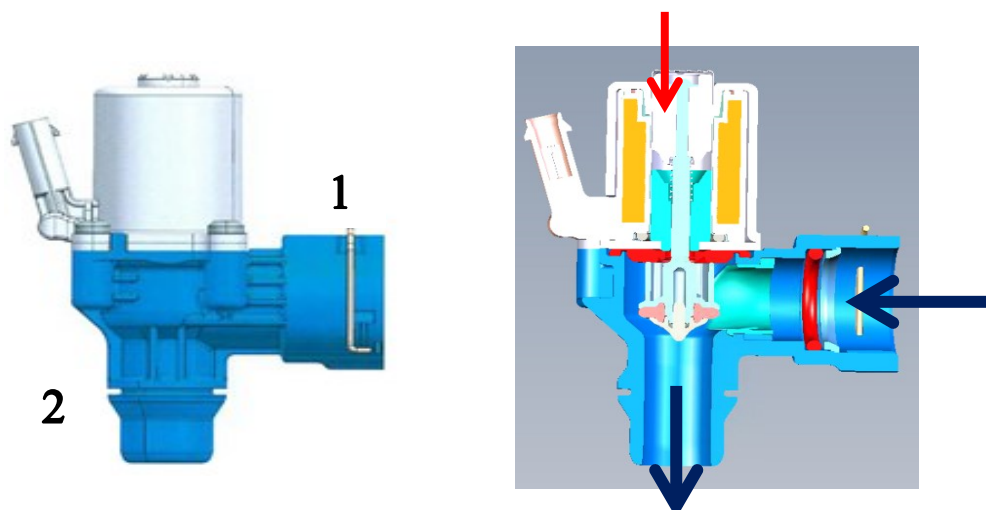


Obrázek 8 - Poloautomatická montážní linka BMW

(vlastní zpracování)

9.2 Popis vodního ventilu

Na lince BMW je vyráběno pět typů vodních ventilů. Pro zjednodušení budou nazvány podle koncových písmen, které vlastní - ventil B, A, J, N, L. Rozdíly mezi těmito variantami jsou v natočení vývodů nebo v použití různých cívek pro různá napětí nebo tvar přípojovacího konektoru. Princip těchto ventilů stojí na elektromagnetické indukci, kdy se pomocí cívky a proudu pohybuje s tyčkou a těsněním, a tím jsou regulovány cesty, kterými proudí kapalina. V případě ventilu B (viz obr. 9) je v nesepnutém stavu otevřena cesta z přívodu číslo jedna do vývodu číslo 2. Po sepnutí se vytvoří elektromagnetické pole v cívce a dojde k posunutí tyčky ve směru červené šipky viz. obr. 9. Tímto způsobem se uzavře prostor mezi přívodem číslo 1 a vývodem číslo 2 a okruh kapaliny se přeruší.



Obrázek 9 - Ventil B se znázorněným směrem průchodu kapaliny
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

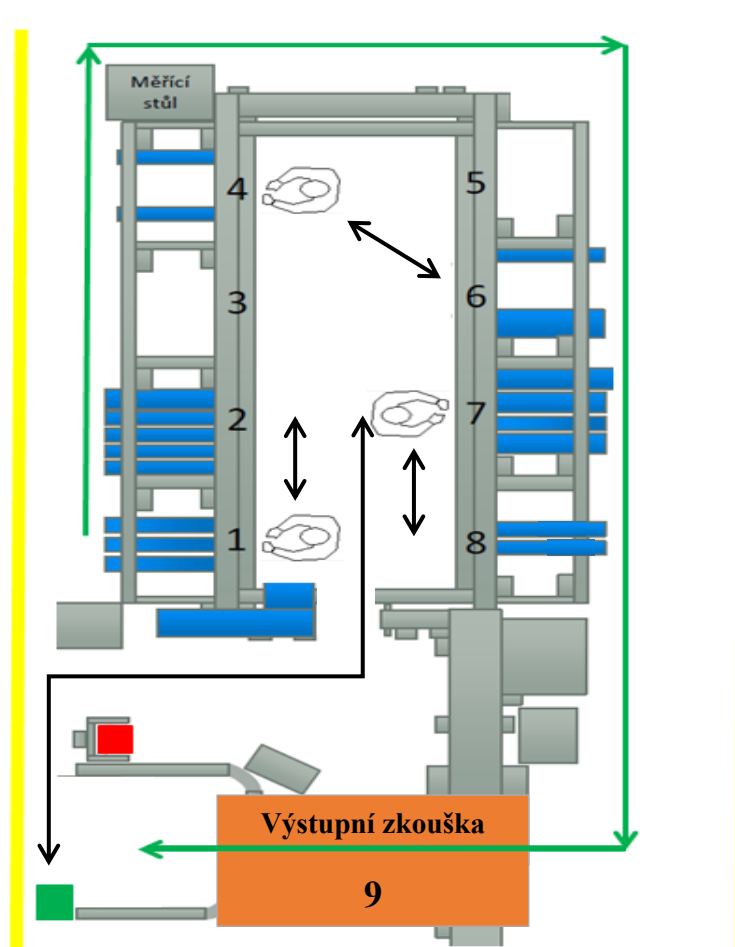
V tabulce 2 jsou sepsány informace o produkci daných ventilů v roce 2018. Zkoumané období je od 1. ledna 2018 do 31. července 2018.

Tabulka 2 - Produkce vodních ventilů na lince BMW v první polovině roku 2018
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

Označení vodního ventilu	Počet kusů (01/18 - 07/18)
B	65 084
A	35 505
J	36 508
N	0
L	15 780

9.3 Layout linky BMW

Layout linky (viz. obr. 10) je vytvořen na základě U-profilu výrobní buňky a obsahuje 9 stanic, kdy tok výrobku je pomocí automatických dopravníků směřován podle zelené šipky od stanice 1 až po stanici 9. Dvojitou černou šipkou je naznačen pohyb operátora mezi stanicemi. Ze dvou stran je ohraničen cestou pro dopravu vstupního materiálu manipulátorem (žlutá čára). Modré plochy tvoří válečkové dopravníky materiálu přímo k operátorům na lince. Tyto dopravníky využívají gravitace a posunou materiál přímo k použití na linku. Šedý měřicí stůl je místo, u kterého probíhá uvolnění výroby. Díly jsou tady přeměřeny na předem stanovené znaky a v případě, že je vše v pořádku, je spuštěn proces výroby. Oranžově je označeno místo pro výstupní zkoušku, kde je vyhodnoceno, zda se jedná o OK kus, který pokračuje do zeleně označené bedny, nebo NOK kus, který je automaticky naveden do červené bedny.



Obrázek 10 - Layout linky BMW

(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

9.4 Pracovní postup na jednotlivých stanicích

Každá výroba na lince začíná kontrolou pracoviště. Dbá se na čistotu, správně označené vstupní díly, přítomnost všech vstupních dílů pro montáž a zároveň zda tyto díly jsou ty, které jsou k montáži potřeba. Po této kontrole nastává uvolnění výroby, kdy se vyrobí 3 kusy, které jsou před spuštěním samotné výroby přeměřeny na vybrané znaky na pracovišti měřicí stůl, které je umístěno vně linky. Dále se vyzkouší správná funkčnost zkušebního zařízení na konci linky za pomoci předdefinovaných NOK kusů, které jsou pro toto speciálně vytvořeny, přezkoušeny v technické laboratoři a uvolněny jako zkušební vzorky pro daný vodní ventil. V případě, že zkušební zařízení správně vyhodnotilo NOK kusy, je spuštěna výroba. Operátoři musí dodržovat daný pracovní postup. Jednotlivé NOK kusy jsou na všech operacích automaticky počítány a zaznamenávány ve sběrném systému. Lze tedy zpětně dohledat informace o NOK kuse a problému, díky kterému byl vyřazen. Na konci směny jsou všechny NOK kusy přemístěny do tzv. sperrageru, což je plocha opatřená uzamykatelnou klecí, kde jsou ponechány neshodné výrobky k další analýze. Obr. 11 zobrazuje jednu z těchto klecí.

Během této výroby jsou někdy odebírány vzorky do měrového střediska pro kontrolu SPC znaků. Toto neprobíhá při každé výrobě, ale je tak prováděno nahodile nebo na žádost zákazníka. V případě, že způsobilost procesu na základě tohoto měření není dodržena, je výroba zastavena a musí se ověřit, co se v procesu změnilo a jak se k tomu proces přizpůsobí nebo napraví.

Na konci směny se musí uklidit pracoviště linky.



Obrázek 11 - Sperrlager ve společnosti WOCO STV s.r.o.

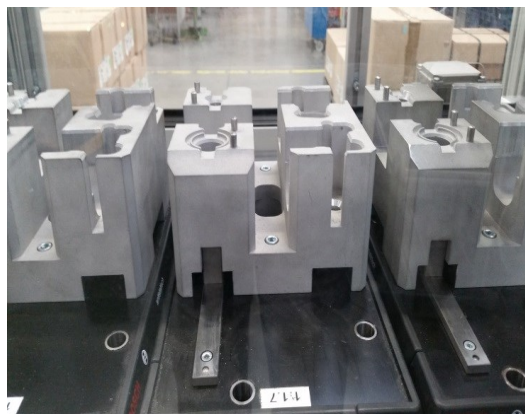
(vlastní zpracování)

9.4.1 Stanice 1 - Svaření kroužku do pouzdra

Nejprve je nutno vložit do přípravku správně orientovaný spodní díl ventilu. U této operace je zajištěno Poka-Yoke, kdy do přípravku nelze tento díl vložit jinak, než je uvedeno na obr. 12. Samotný přípravek obsahuje čtyři pozice pro uložení rozpracovaného dílu během výroby. Přípravek je zobrazen na obr. 13.

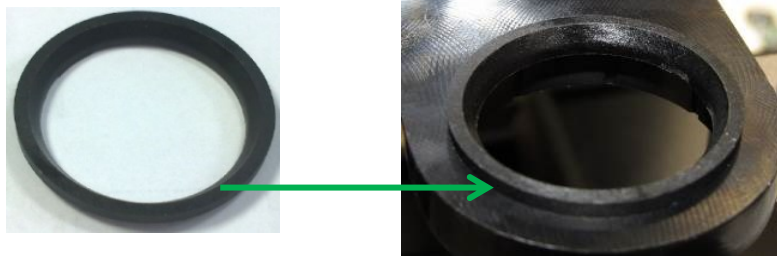


Obrázek 13 - Spodní díl v přípravku
(vlastní zpracování)



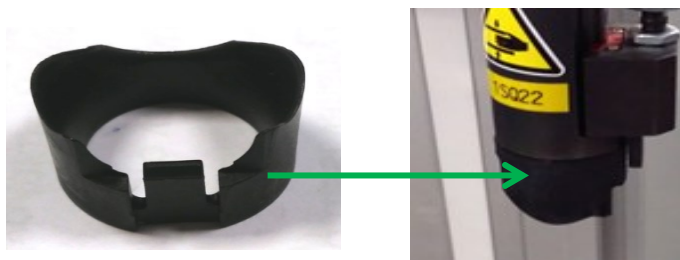
Obrázek 12 - Přípravek pro vkládání dílů
(vlastní zpracování)

Dále se vloží na tento díl svařovací plastový kroužek, který přesně zapadne na své místo a také jej díky použití Poka-Yoke při konstrukci dílu není možné nasadit špatně. Detail viz. obr. 14.



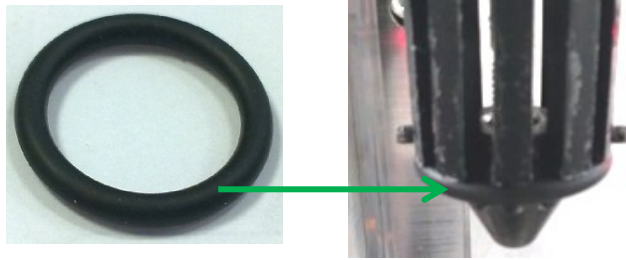
Obrázek 14 - Uložení plastového kroužku na spodní díl
(vlastní zpracování)

Na lisovací trn se nasadí vložka, která bude automaticky nacvaknuta na předem nachystanou podsestav viz. obr. 15.



Obrázek 15 - Vložka nasazená na lisovacím trnu
(vlastní zpracování)

Na obr. 16 je vidět montážní trn, na který se navleče gumový kroužek.



Obrázek 16 - Gumový kroužek na montážním trnu
(vlastní zpracování)

Pokud jsou všechny díly založeny, je pro spuštění montáže nutné zmáčknout zelené startovací tlačítko, a tím se spustí další automatické montážní kroky - svaření plastového kroužku se spodním dílem, lisování vložky a nasazení gumového kroužku.

Po zmáčknutí zeleného tlačítka přechází operátor do stanice 2, kde se zakládají další montážní podskupiny.

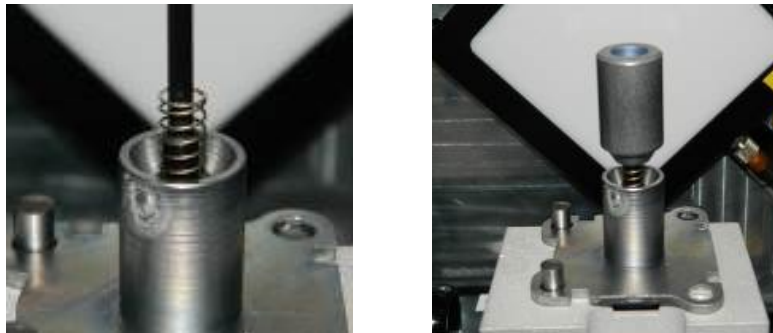
9.4.2 Stanice 2 – Montáž tyčky

V automatickém režimu se do přípravku ručně založí správně orientovaná tyčka. Na tuto tyčku se nasadí gumové těsnění a vloží se kovový díl zvaný magnetkern, který je za pomoci dvou trnů v přípravku správně orientován a nelze jej tedy vložit ve špatné poloze. Tento postup je zobrazen na obr. 17.



Obrázek 17 - Postupné vkládání dílů při montáži tyčky
(vlastní zpracování)

Dále je na obr. 18 zobrazeno nasazení pružiny a kovového dílu.



Obrázek 18 - Nasazení pružiny a kovového dílu na tyčku
(vlastní zpracování)

Pomocí startovacího tlačítka se sestava zkontroluje kamerou. Pokud kamerová kontrola vyhodnotí montáž jako neshodnou, je potřeba založení dílu správně opakovat.

Pokud přijede do stanice 2 zmetek ze stanice 1, je rozpoznán tak, že svítí červené tlačítko. Operátor jej musí vyhodit do červené NOK bedny s čidlem na prohoz a na vozík/přípravek již další díly nezakládá. Snímač uvolní prázdný vozík dále do linky. Pokud je vyhodnoceno 3 a více zmetků po sobě, zastaví se ihned montáž a operátor musí přivolat vedoucího směny a mechanika.

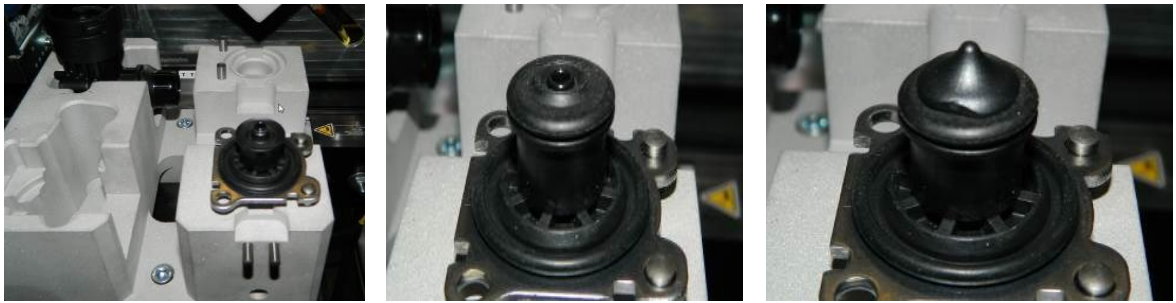
Po vykonání těchto kroků se operátor opět vrací ke stanici 1. Díly automaticky přejíždějí do stanice 3.

9.4.3 Stanice 3 – Automatické nýtování

Díly z předešlé stanice jsou automaticky nýtovány. Ultrazvukovými vlnami je naven hrot plastové tyčky a dojde tak ke smontování této podsestavy bez možnosti její demontáže, aniž by byl díl nenávratně poškozen. Tak jako u ostatních operací na této lince, i tady dochází k ukládání hodnot parametru nýtování do sběrného systému DW. Ukládají se hodnoty výšky nýtování, doby a energie nýtování.

9.4.4 Stanice 4 – Montáž těsnění

Zanýtovanou sestavu z předchozí stanice je nutno přeložit do další pozice v přípravku. Na tuto sestavu se nasadí gumové těsnění, a do otvoru tyčky se navleče jistící díl, který po svaření udrží sestavu spojenou. Postup je zobrazen na obr. 19.



Obrázek 19 - Postup montáže těsnění na zanýtovanou sestavu (vlastní zpracování)

Pomocí startovacího tlačítka se sestava zkontroluje kamerou. Pokud kamerová kontrola vyhodnotí montáž jako neshodnou, je potřeba založení dílu správně opakovat.

Pokud je vyhodnoceno 3 a více zmetků po sobě na předchozí stanici, je nutno zastavit ihned montáž a operátor musí přivolat vedoucího směny a mechanika.

Po vykonání těchto kroků se operátor jde ke stanici 6. Díly automaticky přejíždějí do stanice 5.

9.4.5 Stanice 5 – Svaření jisticího dílu s tyčkou

Toto pracoviště je stejně jako pracoviště 3 plně automatické a mimo svařování dvou kusů k sobě tady probíhá i měření výšky tohoto sváru, kontrola doby a energie svařování. Takto zkontrolovaný díl je vyhodnocen buď jako OK nebo NOK.

9.4.6 Stanice 6 - Kompletace ventilu

Postup následující kompletace je zobrazen na obr. 20.

Nejdříve je potřeba vzít svařovaný spodní díl ventilu z první pozice přípravku a ručně nasadit do drážky z horní strany jisticí sponu až do koncové pozice a pomocí přípravku ji zatlačit nadoraz. Takto upravená podsestava se vloží zpět do přípravku.

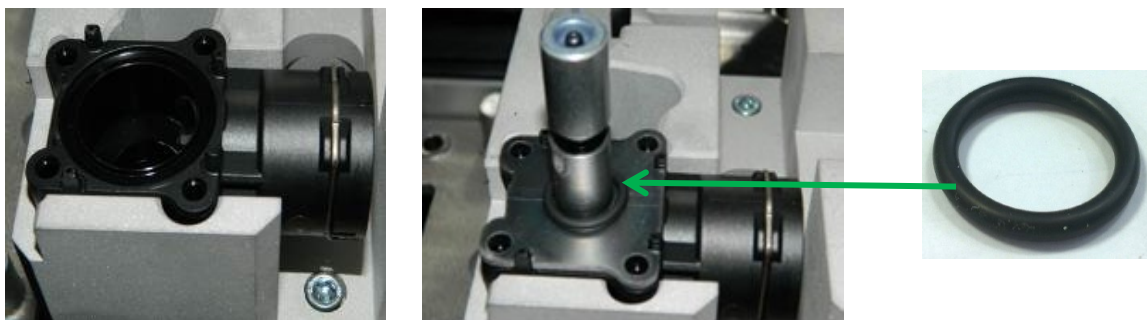
Následně je přesunuta podsestava svařovaná na stanici 5 ze své pozice v přípravku na spodní díl ventilu, kdy orientace nasazení je zabezpečena dvěma vodícími kolíky, které neumožňují díl nasadit špatně.

Jako poslední je potřeba nasadit kroužkové těsnění a pomocí startovacího tlačítka sestavu zkontrolovat kamerovou kontrolou.

Pokud kamerová kontrola vyhodnotí montáž jako neshodnou, je potřeba založení dílu správně opakovat.

V případě, že je vyhodnoceno 3 a více zmetků po sobě na předchozí stanici, je nutno zastavit ihned montáž a operátor musí přivolat vedoucího směny a mechanika.

Poté operátor přechází zpět ke stanici 4.



Obrázek 20 - Kompletace ventilu (vlastní zpracování)

9.4.7 Stanice 7 - Příprava ventilu na sešroubování

Nejdříve je potřeba nasadit tenkostěnnou trubku na předpřipravenou tyčku.

Následně se nasadí cívka, která je nakupována od dodavatele. Její elektrovývod směřuje doleva. V případě opačného nasazení cívky nelze pokračovat v montáži, protože nelze nasadit kovový krycí díl cívky.

Tento krycí díl na základě konstrukčního řešení nelze nasadit ve špatné poloze.

Pomocí startovacího tlačítka se sestava zkontroluje kamerou. Pokud kamerová kontrola vyhodnotí montáž jako neshodnou, je potřeba založení dílu správně opakovat.

Poté operátor přechází ke stanici 8.

Postup a umístění dílu zobrazuje obr. 21.



Obrázek 21 - Příprava ventilu na sešroubování (vlastní zpracování)

9.4.8 Stanice 8 – Šroubování

Do otvorů v krytu cívky se ručně založí 4 šrouby (viz obr. 22).

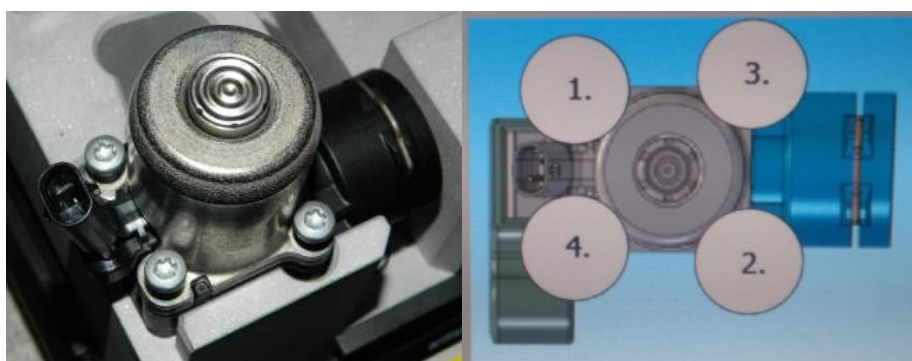
Pomocí páky je zajištěna šroubovaná sestava proti pohybu (viz. obr. 23).

Postupným křížným šroubováním pomocí startovací spouště jsou zašroubovány všechny šrouby nadoraz. Správné zašroubování vyhodnocuje automat. V průběhu šroubování se nesmí přerušit startovací spoušť. Je potřeba dodržovat pořadí šroubování uvedené na informačním panelu u linky a na obr. 22.

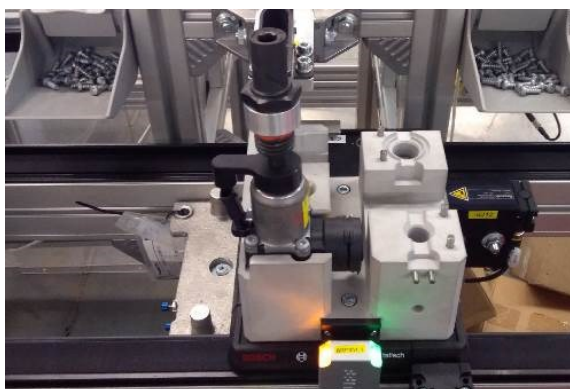
Posledním krokem je odjištění páky a konec šroubování se potvrdí zmáčknutím zeleného tlačítka.

Pokud do stanice přijede vozík po nekompletní předešlé montáži, musí se všechny díly z vozíku vybrat a odložit do neshodné červené šachty. Tento postup je softwarově hlídáný a tedy není umožněna žádná montáž a není zpuštěn šroubovák do chvíle, než čidlo v prohozu na NOK šachtě zaznamená prohození všech dílců uložených v přípravku.

Poté operátor přechází zpět ke stanici 7.



Obrázek 22 - Vložení šroubů a postup šroubování (vlastní zpracování)



Obrázek 23 - Zajištění sestavy pomocí páky
(vlastní zpracování)

9.4.9 Stanice 9 – Zkouška vodního ventilu a balení OK kusů

Do zkušební stanice přijíždí postupně automaticky díly po posuvné dráze. Tady jsou automaticky napojeny na kontakty a přezkoušeny kamerou na přítomnost jisticí spony, pomocí elektrické zkoušky je ověřeno správné vinutí cívky, jsou přezkoušeny vnitřní a vnější těsnosti a je provedena zkouška průchodnosti, kdy se ověřuje, zda není ventil nijak ucpaný.

Všechny shodné díly se automaticky za pomoci robotického ramena přeloží do popisovací stanice, kde jsou laserovým popisem označeny. Popsané díly jsou čtečkou zkontrolovány na čitelnost QR kódu. QR kód je zobrazen na obr. 24.

Shodné OK kusy, které jsou přezkoušené a popsané, jsou automaticky odkládány na pravý OK pás, kde je operátor balí dle zákaznického balícího předpisu. Balení probíhá na základě informace o počtu OK kusů na pravém pásu, kdy je tato informace softwarově zobrazena u stanice 7 a operátor je automaticky v předstihu informován, že má přejít ke stanici 9 a tady provést odběr OK kusů. Díly na pásu se přisouvají k obsluze tlačítkem. Při balení operátor kontroluje také pozici a čitelnost popisu a nepoškozenost dílu po montáži. Na obr. 25 je znázorněno zákaznické balení s proložkami.

NOK díl je robotickým ramenem odložen na levý pás. Tyto kusy jsou na stanici 9 označeny jenom datem a pořadovým číslem výroby. Je to z důvodu zpětného vysledování, o jakou chybu se jednalo.

NOK kusy jsou automaticky pásem převezeny do uzavřené červené bedny.



Obrázek 24 - QR kód
(vlastní zpracování)



Obrázek 25 - Zákaznické balení vodních ventilů
(vlastní zpracování)

9.5 Metoda ABC

Díky zpětné sledovatelnosti, kterou umožňují informace uložené v DW, bylo možné dohledat data k počtům NOK kusů u jednotlivých druhů ventilů vyrobených ve sledovaném období roku 2018 na lince BMW. Vyhodnocení procesu výroby není závislé jen na počtu NOK kusů, které byly vyrobeny na lince. Zahrnuje také vyhodnocení reklamací, tedy vzniku neshodného výrobku u zákazníka. I toto je potřeba zahrnout do celkových vícenákladů, které zpětně postihly efektivnost výroby. Měřítko použité v ABC analýze je tedy procento nákladů u jednotlivých vodních ventilů vztahující se k celkovým nákladům, které byly k vodním ventilům na lince BMW zaznamenány od ledna 2018 do konce července 2018.

Je potřeba ještě upřesnit, že v tabulce 3 nejsou zahrnuty reklamace zákazníka na díly, které byly vyrobeny v předchozích letech.

Tabulka 3 - ABC analýza k nákladům na neshodné výrobky při výrobě na lince BMW (vlastní zpracování dle interní dokumentace)

Skupina	Vodní ventil	Náklady neshody v %	Kumulace %
A	B	61,8%	61,8%
B	J	16,2%	93,4%
	A	15,4%	
C	N	6,6%	100,0%
	L	0,0%	

Do skupiny A byly přiřazeny výrobky, které svým přičiněním tvořily více než 30% z celkových nákladů na NOK kusy a reklamace. Do této skupiny byl zahrnut pouze výrobek B s tvorbou 61,8% nákladů na neshody z celkových nákladů u vybraných dílů za rok 2018.

Do skupiny B patří výrobky v intervalu 10 – 30% nákladů z celkových nákladů na neshody. Jedná se tedy o ventily J a A. Kumulativně tvoří skupina A a B 93,4% z nákladů.

Do skupiny C jsou zařazeny ventily, které náleží do intervalu 0 – 10% z celkových nákladů. V této skupině se nachází ventily N a L. Z důvodu, že se v roce 2018 ani v předchozích letech ventil L nevyráběl, není možné jej reálně zahrnout do příslušné skupiny. Protože ale skupinu C tvoří výrobky, které nejméně ovlivňují náklady na nekvalitu, a zároveň byl pro analýzu zvolen aktuální rok z důvodu nejnovějších dat, bude tento výrobek ponechán ve skupině C.

Z analýzy je patrné, že výrobek B zařazený do skupiny A, se nejvíce podílí na tvorbě neshod ve výrobním procesu a u zákazníka a přitom se nejedná o skupinu, ve které bylo ve sledovaném období vyrobeno největší množství kusů. Se svými 40 084 kusy se ve skupině A vyrobilo o 31 929 kusů méně než ve skupině B. Z tohoto důvodu se dále analyzuje pouze výroba vodního ventilu B.

Nesmí být ale opomenuto, že v případě nápravných opatření, musí být přihlédnuto k možnosti jejich aplikace i na ostatní ventily na této lince.

9.6 Workshop

Pro bližší specifikaci vzniku neshod ve výrobním procesu a potažmo následně u zákazníka vznikla potřeba stanovit kořenové příčiny vzniku těchto vícenákladů v procesu výroby. Jako základ byly použity informace z DW k NOK dílům, ale tato data nesou pouze informaci, o jakou chybu se na daném kuse jedná, kdy vznikla a z jaké šarže byla vyrobena. Neobsahují žádný záznam, jak k problému došlo a jaká byla případná nápravná opatření, která, pokud jsou provedena, jsou písemně zavedena ve směnovém protokolu, který vyplňuje pracovník, který změnu provedl. Z těchto důvodů byl proveden workshop, aby bylo možno blíže analyzovat výrobní proces na lince BMW pro ventil B. Schválení vytvoření týmu a provedení workshopu udělil vedoucí oddělení zajištění kvality.

Aby vše proběhlo plynule, bylo nejdříve definováno téma workshopu, vytvořen tým a byl sepsán cíl workshopu. K provedení workshopu byly použity metody pro odhalování kořenových příčin. Výstupem byly návrhy na zefektivnění výrobního procesu na lince BMW.

Definování workshopu

- Téma: Zefektivnění výrobního procesu na lince BMW
- Důvod: U výrobku B jsou na lince BMW evidovány enormně větší náklady na neshodné výrobky oproti ostatním výrobkům vyráběným na této lince v roce 2018
- Zadavatel: Vedoucí oddělení zajištění kvality
- Hlavní tým:
 - o Vedoucí týmu – Bc. Antonín Šenkeřík
 - o Technolog
 - o Seřizovač
 - o Technik kvality
 - o Operátor
 - o Pracovník vyhodnocující SPC
- Podpůrný tým:
 - o Vedoucí výroby
 - o Vedoucí zajištění kvality
 - o IT podpora
 - o Konstruktor
- Primární cíl: Stanovení kořenových příčin vzniku neshodných výrobků u ventilu B
- Sekundární cíl: Začlenění týmu do aktivních skupin podporující odstraňování problémů ve výrobě
- Vstup: ABC analýza rozdělení nákladů na neshodné výrobky, informace z DW, zkušenosti členů týmu
- Výstup: Stanovení kořenových příčin vzniku nákladů na neshodné výrobky
- Závěr workshopu: Kontrola splnění stanovených cílů workshopu

Provedení workshopu

Samotná realizace workshopu je popsána v kapitolách níže. Workshop proběhl ve dvou dnech v jednom týdnu. Účastnili se vždy všichni členové hlavního týmu. Podpůrný tým se osobně neúčastnil, byl ale k dispozici v případě specifických dotazů.

9.6.1 Brainstorming

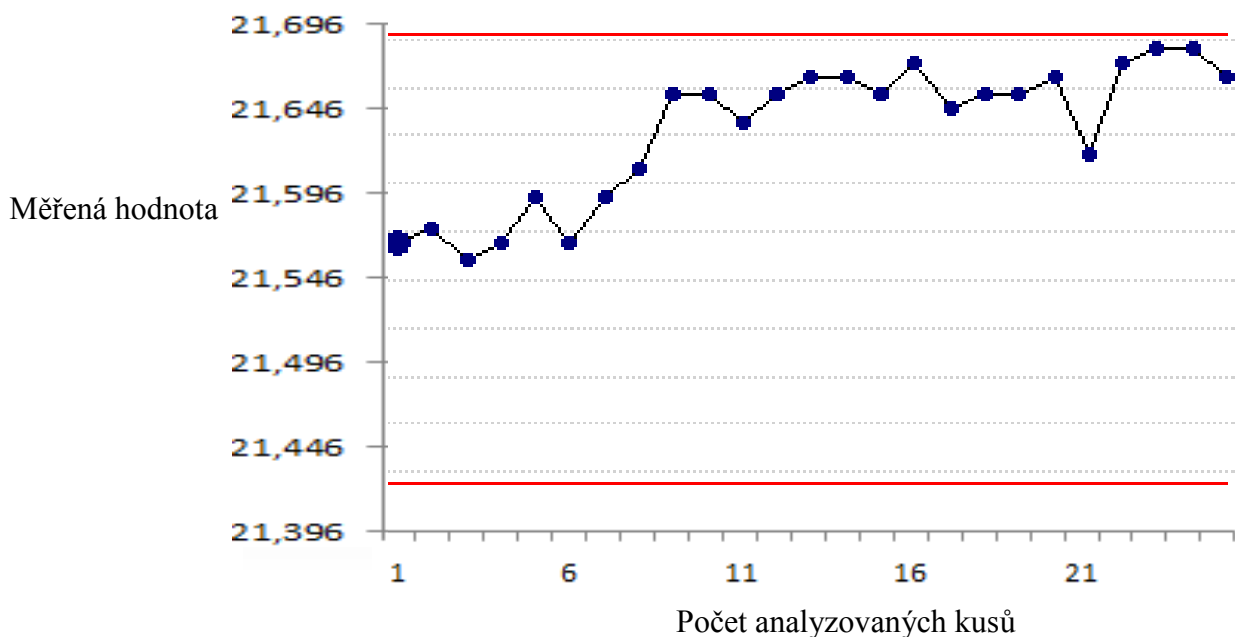
První den workshopu se sešel tým při samotné výrobě dílu B u linky BMW. Bylo představeno téma workshopu, jeho cíle a postup, kterým se budeme řídit. Tým prošel výrobou na všech stanicích a přesunul se do zasedací místnosti, kde proběhla diskuze nad daty z výroby dílu B ve sledovaném období.

Procházením dat z DW jsme narazili na problém, který vznikl v měsíci květnu. U těchto dat byla zpětně doplněna technologem poznámka, že cca 760 kusů je vyhodnoceno po analýze SPC jako NOK, i když původním vyhodnocením z linky se jednalo o OK díly. Tým potvrdil, že s tímto faktem je seznámen a ví o něm. Jedná se o kusy, které byly vyrobeny na lince BMW a v kontrolních stanicích vyhodnoceny jako OK kusy. Nicméně v následujících výroбах, kdy pracovník vyhodnocující SPC na lince zaznamenal změnu trendu hodnot u parametru svaření na stanici 3, bylo zjištěno, že se hodnoty parametru výšky nýtování posunuly k jedné toleranční mezi (viz. obr. 26). Tato výška svaření je ovlivněna dalšími parametry, které z důvodu množství dat není pracovník schopen vyhodnocovat. Následnou analýzou bylo zjištěno, že dodavatel vstupního dílu tyčky použil jinou šarži materiálu, která ovlivnila fyzikální vlastnosti samotné tyčky a tím zhoršila nýtování na stanici 3. Proběhla úprava nýtovacích parametrů na stanici 3 a tím se proces nýtování přizpůsobil nové šarži materiálu. Reklamace na dodavatele v tomto případě nebyla možná, protože šarže samotného materiálu, z kterého byla tyčka vyrobena, odpovídala tolerancím pro daný materiál. Díly se ale dál nemohly prodat zákazníkovi, protože riziko výpadku těchto kusů u koncového zákazníka bylo příliš velké a reklamace s tím spojená by daleko převyšovala náklady spojené s vyřazením těchto kusů jako NOK. Možnost nechat přezkoušet tyto díly v technické laboratoři v rámci životních zkoušek by z důvodu rozsahu a ceny těchto zkoušek nebyla také přijatelná. Díly byly tedy vyřazeny a jako nápravné opatření byl navýšen rozsah výběru vzorků pro analýzu SPC. Tento krok sice částečně snížil riziko vzniku tohoto problému, ale úplně ho neodstranil, naopak ještě přidal na objemu práce pro

pracovníka vyhodnocujícího SPC, protože se rozšíření výběru pro SPC týkalo všech výrobků vyráběných na lince BMW.

Vyhodnocovatel trendů a způsobilostí u měřených parametrů na lince BMW pracuje se čtyřmi vybranými parametry z celkově šestnácti parametrů, které tým shledal jako velmi důležité pro kontrolu na lince. Mimo tyto 4 parametry jsou všechny ostatní kontrolovány přímo na lince a vyhodnocovány, ale pouze na základě rozhodnutí, zda se jedná o OK nebo NOK díl. Stroje na lince nepracují s informací, zda se hodnoty hromadně přesunuly k některé z hranic tolerance. Není tedy možnost vyhodnocovat změny trendů u parametrů, které nespádají pod kontrolu pracovníkem vyhodnocujícím SPC.

Výstupem prvního dne je tedy stanovení konkrétního problému, který bude dál v rámci workshopu detailně analyzován. Jedná se o problém, který byl v týmu nazván jako nedostatečné odhalení nevhodného materiálu při výrobě hraničních OK kusů.



Obrázek 26 - Posunutí trendu naměřených dat k horní toleranční mezi

(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

9.6.2 Ishikawův diagram

V rámci druhého dne vedoucí týmu seznámil ostatní členy s postupem, který bude následovat. Vedoucí týmu zvolil metody pro odhalení kořenové příčiny. Jako první začal tým pracovat na vytvoření Ishikawova diagramu. Cílem diagramu rybí kosti bylo najít příčinu, která přímo ovlivňuje vznik zvoleného problému.

Tuto příčinu tým následně detailně rozebral pomocí metody 5Why popsané v další kapitole.

Nejdříve vedoucí týmu vytvořil kostru rybí kosti a tu popsal. Do „hlavy“ byl vepsán zkoumaný problém „Nedostatečné odhalení nevhodného materiálu při výrobě hraničního OK kusu“. Na jednotlivé čáry představující kosti ryby bylo vypsáno 6 okruhů, pod které možné příčiny spadají. Pak proběhl brainstorming, kdy postupně byly zapsány možné příčiny vzniku vybraného problému. U některých z okruhů příčin, jako je například prostředí, nebyla zvolena žádná možná příčina, která by ovlivňovala vznik daného problému.

V druhé fázi proběhlo hodnocení jednotlivých příčin. Probíhalo ve dvou kolech, kdy každý člen týmu v rámci jednoho kola mohl přiřadit dva body a to po jednom na zvolenou příčinu, o které si myslí, že je důvodem vzniku problému. V rámci hodnocení musel vždy odůvodnit, proč se tak rozhodl. Nebylo však povoleno, aby v prvním a druhém kole člen týmu volil stejné příčiny. Jednotlivá kola hodnocení byla od sebe odlišena modrou a červenou barvou.

Z Ishikawova diagramu uvedeného v příloze P I vyplývá, že hlavními příčinami vzniku zvoleného problému je použití malého množství dat pro vyhodnocení parametrů a nevyužití dat z DW ke statistické regulaci procesu výroby na lince BMW. Obě tyto příčiny spadají pod oblast metod v diagramu a získaly v hodnocení každá 5 bodů, tedy shodli se na nich všichni členové týmu.

9.6.3 5WHY

Na základě předchozí analýzy Ishikawova diagramu bylo v týmu provedeno další kolo brainstormingu a jako základ byla zvolena metoda 5xPROČ. Výchozí otázky navazují na nejvíce hodnocené příčiny z Ishikawova diagramu. Právě touto metodou se dostaneme k hlavní příčině nebo příčinám vzniku neshody v procesu výroby na vybrané lince.

Týmu byla tedy předložena otázka a začalo se volně diskutovat o možných odpovědích, které byly zaznamenávány na interaktivní tabuli. Na volnou diskuzi bylo ponecháno 5 až 15 minut podle množství a intenzity vymýšlení vhodných odpovědí. Po tomto intervalu se přistoupilo k hodnocení. Postupovalo se podobně jako u Ishikawova diagramu ve dvou kolech a byly vybrány nejvhodnější odpovědi.

Vyčerpalo se všech pět možností na dotazování, přičemž poslední balík zaznamenaných odpovědí byl hodnocen pracovníky na list papíru, kam měli anonymně napsat jednu kořenovou příčinu daného problému z výběru odpovědí. V rámci správného provedení analýzy 5Why již není možné na poslední pátou otázku vytvářet další podotázky. Tato kořenová příčina je ze všech možností nejreálnější a další rozvádění by vedlo pouze k opuštění od hlavního řetězce příčin.

Celková doba této analýzy trvala cca jednu hodinu a třicet minut. V rámci vyhodnocení příčiny nevyužívání dat z DW k okamžitému vyhodnocení se již během třetího dotazování dospělo k stejnému závěru jako u předchozí analýzy příčiny nazvané jako Malé množství dat pro vyhodnocení parametrů. Vedoucí workshopu zastavil další dotazování, protože již tým narazil na kořenovou příčinu z předchozí analýzy. Kdyby se dále pokračovalo, rozšiřovala by se v závislosti na stejné odpovědi i analýza u první příčiny a tím by se, jak bylo výše popsáno, narušil hlavní řetězec příčin. Analýza by pak spadla do problému s financemi nebo problémů s fluktuací zaměstnanců apod. a tyto otázky spadají až pod možnosti realizování nápravných opatření nebo vypracování projektu, které bude provedeno na základě návrhu na zlepšení.

Výsledkem bylo tedy jednoznačné shodnutí, že kořenová příčina problému nedostatečného odhalení nevhodného materiálu při výrobě hraničních OK kusů je absence vyhodnocení možných vhodnějších metod pro statistickou kontrolu procesu výroby na lince BMW.

Výpis hlavních dotazů a odpovědí metody 5WHY:

Příčina - Malé množství dat pro vyhodnocení parametrů

1. Proč evidujeme malé množství dat pro vyhodnocování parametrů?

Protože se provádí jen malý rozsah výběru vzorků v omezeném intervalu.

2. Proč se provádí malý rozsah výběru vzorků v omezeném časovém intervalu?

Protože pro pracovníka je tento proces časově náročný.

3. Proč je tento proces pro pracovníka časově náročný?

Protože tyto data zpracovává a vyhodnocuje manuálně.

4. Proč tyto data zpracovává a vyhodnocuje manuálně?

Jedná se o jediný způsob jak v současnosti statisticky vyhodnocovat tento proces.

5. Proč se jedná o jediný způsob jak statisticky vyhodnocovat tento proces?

- **Protože nebyly analyzovány další možnosti, jak proces vhodněji statisticky regulovat!**

Příčina - Nevyužívání dat z DW ke statistické regulaci procesu výroby

1. Proč se nevyužívají data z DW ke statistické regulaci procesu výroby?

Protože se jedná o velké množství dat, které by musel pracovník zpracovávat manuálně.

2. Proč by toto velké množství dat musel pracovník zpracovávat manuálně?

Protože nemáme jinou možnost, jak data zpracovávat pro statistickou regulaci procesu.

3. Proč není jiná možnost, jak data zpracovávat pro statistickou regulaci?

- **Protože nebyly analyzovány další možnosti, jak proces vhodněji statisticky regulovat!**

9.6.4 Závěr workshopu

V konečném zhodnocení workshopu lze stanovit, že byl splněn jak hlavní cíl, tak i sekundární. Samotný workshop byl týmem kladně hodnocen a žádný z členů neměl námitky proti případnému svolání dalších schůzek, které by se týkaly i jiných projektů.

V rámci hlavního cíle tým dospěl vhodným moderováním k závěru, že kořenovou příčinou hlavního problému se zvýšenými náklady na neshodné výrobky je absence rozboru možností, jak jinak statisticky regulovat proces. Tento výsledek byl představen vedení společnosti s návrhem na provedení rozboru možných variant, jak lépe regulovat proces výroby a tím zlepšit výsledky tohoto procesu.

Co se týká sekundárního cíle, byli členové týmu, který prováděl workshop, vyzváni vedoucím k zajištění kvality, aby se pravidelně scházeli jednou za dva týdny a diskutovali o možnostech provedení dalších workshopů a podpůrných aktivit vedoucích k zlepšení procesů nejen na lince BMW. Výsledky pak mají být představeny vedení společnosti.

9.7 Rozbor možností statistické regulace procesů

Na základě výsledku workshopu byl proveden rozbor možností, které má společnost WOCO STV v oblasti vyhodnocování statistické regulace procesů.

Možnosti, které se nabízejí pro statistické vyhodnocení a regulaci procesů, jsou tři.

První je zůstat u dnešního způsobu vyhodnocování. V tomto případě by se musel navýšit rozsah sledovaných parametrů, aby bylo možné vyhodnocovat ovlivňování parametrů navzájem. Tato možnost je nejnáročnější na práci a vyhodnocující pracovník by se musel plně věnovat jenom práci s těmito daty. Tím by se nijak neulehčilo pracovníkovi a vznikala by zde možnost špatného vyhodnocení dat na základě špatných domněnek pracovníka.

Druhá možnost je rozšířit statistický software pro vyhodnocování způsobilosti měření a procesů Palstat o modul online vyhodnocování dat, kdy jsou data načítána z linky přímo do Palstatu. Tato možnost by urychlila čas a práci s daty. Konečné vyhodnocení překračování regulačních mezí by však zůstávalo na pracovníkovi. A software by omezoval práci datového skladu, protože by data musela nejprve přecházet přes úložiště v Palstatu. Tím vzniká velké riziko ztráty dat při výpadku softwaru Palstat. Oproti datovému skladu

není totiž tento přesun chráněn záložními zdroji. Cena pro společnost WOCO STV za pořízení takového modulu se pohybuje mezi 250 - 350 tisíci. v závislosti na počtu vyhodnocovaných parametrů. Do této ceny není zahrnuta podpora a možnost rozšíření modulu na jiné linky v rámci platby jednoho nastavení pro linku BMW.

Třetí možností je použití jiného softwaru pro statistickou regulaci. Bylo zjištěno, že mimo Palstat se na českém trhu pohybuje také firma Q-LanYs. Software, který nabízí, je stejného názvu a umožňuje práci ve více pracovních rozhraních podobně jako Palstat. Po potřeby online kontroly dat na lince BMW je důležitá SPC regulace procesů, sledování trendů a vyhodnocování způsobilosti. Tyto možnosti Q-Lanys podporuje. Pracuje na principu můstku mezi datovými sklady, takže napřímo neovlivňuje uložení dat v DW. Jeho velkou výhodou je automatické online ukládání dat během výroby a online automatické vyhodnocování změny trendů při překročení hraničních regulačních mezí. V případě překročení hraniční meze nečeká na reakci pracovníka, ale přímo zasílá pokyn s přednastavenou akcí na linku, případně zároveň zašle upozorňující email na vybrané osoby. Pořizovací cena tohoto software se spolu s nastavením na linku pohybuje v rozmezí 90 000 – 120 000 Kč v závislosti na softwarové kapacitě můstku, který je potřeba vytvořit pro přenos dat mezi DW a Q-LanYs.

9.8 Stav výrobního procesu linky BMW

Výrobní proces na lince BMW je na vysoké úrovni. Využívá automatizace na lince za pomoci robotických ramen, posuvných pásů a bezobslužných stanic. Společně se zásadami Poka-Yoke a Jidoka snižuje možnost výroby neshodných kusů a tím chrání konečného zákazníka.

Protože se jedná o výrobu do automobilového průmyslu, je i proces výroby kontrolován audity, jak interními tak externími. Mimo to jsou veškeré práce řízeny podle návodů a pracovních postupů. Velkou část procesu ovlivňují vnitřní směrnice, které regulují chod společnosti.

Sestavení výrobní linky do U-buňky umožňuje plynulý chod výroby. Možnosti tvaru linky byly zohledněny vůči volným prostorům a linka nijak nezasahuje do procesů výroby na jiných pracovištích.

Velkým plusem u této výroby je automatické ukládání všech naměřených dat z linky do DW z důvodu zpětné sledovatelnosti. Pro jiné využití jsou exportovaná data z tohoto skladiště obtížně filtrována a pro vytvoření hlubší analýzy dat, jako je například analýza trendu, je potřeba více času pracovníka, který data vyhodnocuje.

Přes toto všechno na lince vznikají problémy a jejich vyřešení je často časově náročné a v mnohých případech nedojde k jejich odhalení okamžitě. Jsou to hlavně situace, kdy jsou na lince vyráběny hraniční OK kusy. Těmito kusy rozumíme díl, který je těsně u hranice, za kterou by byl vyhodnocen jako neshodný výrobek. V některých případech se jedná o ojedinělý výskyt, v horším pak o hromadnou výrobu hraničních kusů. Důsledkem pak může být vznik NOK kusů a následně možné zpětné reklamace.

9.9 Hlavní zjištěné nedostatky

Tato kapitola popisuje hlavní zjištěné nedostatky.

9.9.1 Malé množství dat pro vyhodnocení parametrů

Z důvodu časové náročnosti a vyhodnocování výsledků samotným pracovníkem není možné, aby se k analýzám používalo větší množství dat bez toho, aby byla činnost vyhodnocovatele nějakým způsobem ulehčena. Tímto výběrem nejsou pak okamžitě vyhodnocovány všechny důležité parametry na lince BMW a k hlubším analýzám dochází až při vzniku problému, což je v převážné většině případů již pozdě a vznikají nemalé náklady na neshodné výrobky.

Velmi často se stává, že na základě vyhodnocení jednoho parametru na dané stanici, který vykazuje neshodné hodnoty měření pro způsobnost, rozhodne pracovník o optimalizaci právě tohoto parametru, i když ve výsledku se může jednat o problém vznikající někde jinde z důvodu provázanosti některých parametrů. Touto úpravou problém jenom zakryje nebo přesune na jinou stanici a parametr. Nevhodným rozhodnutím pak dochází ke zbytečným úpravám parametrů na ostatních stanicích, jako je například změna doby nýtování nebo svařování na stanicích 1, 3 nebo 5. Ve výsledku se musí provést hlubší analýza dat z DW, která je zdlouhavá, ale vede k správnému rozhodnutí, který z parametrů mají mechanici korigovat, aby nedošlo k problémům na jiných stanicích.

9.9.2 Nevyužívání dat z DW ke statistické regulaci procesu výroby

I když stroje na lince odesílají velké množství dat a informací o parametrech měřených na lince BMW do datového skladu, nemá nikdo možnost efektivně tyto data analyzovat a vyhodnocovat. Práce s těmito informacemi, kdy se jedná o tisíce dat nahromaděných jenom v rámci jednoho měsíce, by za současných podmínek byla velmi zdlouhavá a náročná. Musel by být vyčleněn pracovník, který by se plně věnoval jenom této aktivitě a i přesto by nebyl schopný dostatečně rychle reagovat na výsledky, protože pro zabránění vzniku vícenákladů spojených s výrobou špatných výrobků je potřeba reagovat okamžitě v čase, kdy proběhne nějaká změna v trendu měřených hodnot.

9.10 Návrh na zefektivnění výrobního procesu

V dnešní době je více než v minulosti potřeba pracovat s daty a jejich správným vyhodnocáním. Současná vyspělost průmyslu a hlavně stále se zvyšující požadavky zákazníků na snižování počtu neshodných výrobků a dodávání v nejvyšší kvalitě tlačí i na způsob, jak se k samotným datům a informacím musí přistupovat.

Linka BMW funguje jako jeden velký celek, u kterého jsou jednotlivé operace závislé navzájem.

Na základě výše uvedených analýz bylo navrženo realizovat projekt pro automatické online vyhodnocování způsobilostí a sledování trendů na lince BMW. Součástí projektu je implementace softwaru Q-LanYs, díky čemuž by došlo k eliminaci hlavních zjištěných problémů spojených s vyhodnocením měřených parametrů na lince BMW. Práce s daty by se stala flexibilnější a možnost vzniku neshodných výrobků by se omezila. Došlo by k zefektivnění procesu výroby na základě snížení výroby neshodných výrobků a snížení prostojů při nastavování parametrů na stanicích během výroby, které provádí seřizovači.

10 ANALÝZA PROJEKTU

Tato kapitola se zabývá popisem cíle projektu. Je využita SWOT analýza, metoda SMART a FMEA analýza rizik. Cílem projektu je zefektivnění výrobního procesu na lince BMW za pomoci statistické regulace měřených parametrů.

10.1 SWOT analýza

Vypracováním SWOT analýzy projektu popsané v tabulce 4, byly stanoveny silné a slabé stránky projektu a zároveň byly popsány příležitosti a hrozby. K těmto informacím bude následně přihlíženo v metodě SMART a analýze rizik.

10.1.1 Silné stránky

Silné stránky projektu popisují skutečnosti, na které by se měla společnost zaměřit a dále je rozvíjet. Velkým plusem je ochota do investování a využívání vyspělé strojní technologie. Na lince BMW jsou tak využita robotická ramena, která samostatně manipulují s díly na základě vyhodnocení zkoušek na lince. Silná databázová základna společně s možností využít podporu vlastního IT oddělení značně posílí úspěšnost celého projektu. Možností vyhodnocovat data online se zkracuje doba mezi vznikem neshody a reakcí na ni na minimum.

10.1.2 Slabé stránky

Na druhou stranu slabé stránky nemají být úplně přehlíženy, ale neměly by být hlavním směrem, které se společnost bude snažit zlepšovat. Je potřeba u těchto položek zvážit, jak moc zasahují do projektu a zda projekt může běžet paralelně s některou ze slabých stránek či nikoliv. Nejvýznamnější položkou se jeví zdlouhavý proces schvalování investice, kdy proces schválení zasahuje až do mateřské společnosti v Německu. Další slabé stránky

jako špatně přijímané změny operátory na lince nebo nedostatečná komunikace mezi odděleními lze minimalizovat správným provedením projektu a informovaností všech zúčastněných osob na pravidelných schůzkách k projektu. V neposlední řadě má pak na projekt negativní vliv fluktuace zaměstnanců, může totiž dojít k odchodu důležité osoby z týmu projektu a tím by byl projekt zpomalen.

10.1.3 Příležitosti

Mezi hlavní příležitosti patří snížení nákladů na neshodné výrobky a tím i zlepšení výsledků firmy v rámci celého koncernu. Možnou příležitostí je i vtáhnutí zákazníka do informovanosti o projektu a tím si zlepšit postavení v rámci zlepšování vztahů se zákazníkem. Dále při realizaci projektu vzniká možnost zvýšit zájem o spolupráci s WOCO STV u případných nových pracovníků, kteří uvažují o zaměstnání u této společnosti. Představa pracovat ve společnosti využívající své data a informace naplno k vyhodnocování fungování procesů může být pro někoho zajímavou pracovní příležitostí a zkušeností.

10.1.4 Hrozby

Největšími hrozbami jsou změny situací na trhu, kdy je v důsledku vnějšího činitele přímo ovlivněna i společnost a nepřímo i vlastní projekt. Úbytkem zakázek může být spojen s úpadkem naftových aut a následné pozastavení investic by mohlo mít vliv na pozastavení projektu a v nejkrajnějším případě k jeho zrušení. Nedostatek pracovních sil na trhu pak může mít za následek nutnost zaměstnávat nekvalifikované pracovníky. Takový pracovník pak spadá pod zaškolení, které svým časovým průběhem může ovlivnit realizaci projektu.

Tabulka 4 - SWOT analýza projektu (vlastní zpracování)

	Silné stránky	Slabé stránky
Vnitřní prostředí	<ul style="list-style-type: none"> • Silná datová základna – DW • Vyspělé strojní technologie • Kvalifikovaná pracovní síla • Ochota managementu investovat • Podpora vlastního IT oddělení • Změna způsobu vyhodnocování SPC • Online vyhodnocování dat 	<ul style="list-style-type: none"> • Špatně přijímané změny operátory na lince • Nedostatečná komunikace mezi odděleními • Nutnost znalosti základů vyhodnocování trendů a způsobilosti procesů • Zdlouhavý proces schvalování investičních záměrů • Zvýšená fluktuace zaměstnanců
	Příležitosti	Hrozby
Vnější prostředí	<ul style="list-style-type: none"> • Zlepšení výsledků firmy v rámci celého koncernu • Využití nápravných opatření na ostatních linkách i v rámci skupiny WOCO • Snížení nákladů na neshodné výrobky • Podpora zákazníka • Zvýšení zájmu o práci pro odborné pracovníky 	<ul style="list-style-type: none"> • Pozastavení investic z důvodu špatné situace na trhu • Úpadek výroby naftových automobilů • Nedostatek nových pracovních sil na trhu • Úbytek zakázek • Vznik nové konkurence

10.2 Metoda SMART

Touto metodou bude zkoumán samotný cíl projektu a to z pohledu jeho konkrétnosti, měřitelnosti, dosažitelnosti, reálnosti a časové ohraničenosti.

10.2.1 S – konkrétnost cíle

Této podmínky je dosaženo, protože je jednoznačně stanoveno, čeho má projekt dosáhnout. V našem případě musí být zefektivněn výrobní proces za pomoci statistické regulace procesu výroby. Vedení společnosti s definicí tohoto cíle souhlasí a nemá k němu výhrady.

10.2.2 M – měřitelnost cíle

Jednoznačným ukazatelem, že cíl je měřitelný, je možnost analyzovaná data z DW srovnat se stavem před a po realizaci projektu. Tím vznikne přehled, o kolik se případně snížily náklady na neshodné výrobky. Dále lze vyhodnocením směnových protokolů z doby před a po realizaci projektu určit rozdíl mezi množstvím prostojů na lince z důvodu nastavování parametrů na stanicích. Další ukazatel bude porovnání časové náročnosti zpracovávaných dat pracovníkem, který má na starost vyhodnocení SPC na lince BMW.

10.2.3 A – akceptovatelnost / dosažitelnost cíle

Cíl se jeví jako dosažitelný, ne však snadno, a bude potřeba silného nasazení všech zúčastněných stran jako je IT podpora, dodavatel softwaru, vedoucí projektu, vedení, atd. Důležité je, aby vedení společnosti bylo průběžně informováno o průběhu projektu. Toto bude zajištěno pravidelnými schůzkami s vedením a představením plnění harmonogramu a akčního plánu.

10.2.4 R – reálnost cíle

Cíl se nepohybuje v abstraktní rovině a je zcela reálný. Navazuje na dlouhodobé cíle celé organizace, což je vytváření hodnot a zajišťování vysoké úrovně kvality. Odpovídá také schopnostem pracovníků, kteří se na realizaci tohoto cíle budou podílet. Čerpání zdrojů pro splnění cíle není nijak přehnané a ekonomická situace společnosti a okolí umožňuje pokračovat v realizaci cíle.

10.2.5 T – časové ohraničení cíle

Dosažení cíle je časově stanoveno v harmonogramu k projektu. Vedení společnosti bylo seznámeno s termínem předložení výsledků projektu a souhlasilo s ním.

10.3 Projektová FMEA rizik

V rámci zjištění rizik, ke kterým může dojít během realizace projektu, byla vytvořena FMEA. Tabulka 5 popisuje jednotlivé situace na základě jejich závažnosti, možného výskytu a rychlosti odhalení. Každá tato skutečnost je hodnocena čísly od jedné do desíti, kdy deset je nejhorší scénář. Následně znásobením všech těchto čísel je dosaženo tzv. Risk Priority Number nebo také RPN. Pokud toto číslo dosahovalo hodnoty stejné nebo větší devadesáti, bylo stanoveno nápravné opatření. Jestliže některá z veličin byla ohodnocena číslem 10, bylo také definováno nápravné opatření, i když RPN číslo tuto podmínku nesplňovalo. U jednoho rizika bylo stanoveno nápravné opatření jen na základě subjektivního vyhodnocení. V tabulce 6 je vidět snížené hodnocení u rizik po nápravných opatřeních. V rámci závažnosti musí být ale ponecháno číslo 10, protože závažnost nelze snížit, jde jen v některých případech odstranit celé riziko. To v tomto případě nelze.

Tabulka 5 - FMEA analýza rizik před nápravnými opatřeními (vlastní zpracování)

Riziko	Závažnost	Z	Výskyt	V	Odhalení	O	RPN	Opatření
Neochota spolupráce	Ztížená komunikace	7	U dlouhodobých zaměstnanců pravděpodobné	7	V okamžiku zhoršené komunikace	2	98	1
Nedodržení termínů	Neplnění plánu a požadavků společnosti	8	Správnou přípravou projektu je šance na nedodržení termínu omezena	4	Pravidelné kontroly harmonogramu a akčního plánu	3	96	2
Složitá práce z důvodu uživatelského rozhraní softwaru	Částečné ztížení práce	5	Některé softwary bývají složitě ovládané	6	V rámci školení na použití softwaru a v prvních týdnech práce se softwarem	3	90	3
Zamítnutí investice	Zrušení projektu	10	Ojedinelé	4	Zrušený investiční workflow	2	80	4
Nemožnost propojení Q-LanYs s DW	Zamezení hlavní funkce	10	Dodavatel Q-LanYs tvrdí, že se s takovou situací ještě nesetkal	1	Během vlastní implementace	1	10	5
Nezaškolený personál na SPC	Lze pracovat i bez certifikace	6	Nikdo není přeškolen na práci s SPC	10	Interní dokumentace ke každému zaměstnanci	1	60	6
Absence vedoucího projektu (nemoc, jiný důvod)	Nedodržení termínu realizace	8	Čistě nahodilá situace	5	Jakmile situace nastane, tak ihned	1	40	7
Zvýšená fluktuace zaměstnanců	Odchod člena týmu ohrožuje plynulost projektu	7	Dlouhodobí kmenoví zaměstnanci odcházejí méně	5	Okamžitá změna	1	35	
Selhání můstku	Nenačítání dat	8	Nepřavděpodobné	2	Hláška v systému na lince	2	32	

10.3.1 Nápravná opatření

Neochota spolupráce

Dlouhodobí zaměstnanci mohou mít pocit, že práce, tak jak ji doposud provádějí, jim vyhovuje a nejsou příliš ochotni se učit novým věcem. Tento problém je snadno odhalitelný, protože s těmito pracovníky se bude již od počátku špatně pracovat.

Jako nápravné opatření byly stanoveny pravidelné schůzky hlavního týmu a přidružených osob, kterých se projekt dotýká, jako jsou členové kvality a technologie, kteří sice nejsou přiřazeni k projektu na lince BMW, ale v rámci možného rozšíření softwaru i na jiné linky je to také může ovlivnit. Takto budou všichni hned od začátku informováni, jaké změny přicházejí. Nebude se tedy jednat o nárazovou změnu, kterou by někteří pracovníci ze strachu nebo z neochoty nepřijali dobře.

Nedodržení termínů

Toto riziko vrhá na projekt negativní stín, kdy vedení společnosti nebude spokojeno s prací, kterou tým a především vedoucí projektu vykonává a může ztrácet zájem dále projekt podporovat.

Z tohoto důvodu byl vytvořen mimo harmonogram projektu i akční plán, který byl aktualizován a kontrolován v rámci pravidelných schůzek. Obsahoval informaci o úkolu, odpovědnou osobu, datum vystavení a termín pro splnění. Otevřené úkoly pak byly v rámci týmu diskutovány a kontrolovány.

Složitá práce z důvodu uživatelského rozhraní softwaru

Pokud by software Q-LanYs obsahoval pracovní prostředí, docházelo by k zhoršení práce s vyhodnocováním dat. Z prvotních informací od společnosti Q-LanYs bylo zjištěno, že jejich prostředí v softwaru je možné uživatelsky přizpůsobit našim požadavkům v rámci implementace softwaru ve společnosti WOCO STV, pokud se nebude jednat o rozsáhlé zásahy z důvodu nadstandardně specifických požadavků.

Riziko bylo tedy omezeno pozváním pracovníků Q-LanYs do společnosti WOCO STV ještě před odesláním poptávky softwaru. Dodavatel prezentoval možnosti jak s daty pracovat a jak budou přibližně vypadat výstupy. Bylo rozhodnuto, že riziko výskytu tohoto problému u tohoto softwaru lze snížit na základě prezentace uživatelského prostředí a jeho možných modifikací.

Zamítnutí investice

Jednoznačně problém, ke kterému může dojít, když nebude společnost spokojena s výsledky nebo analýzou projektu.

Nápravným opatřením je pravidelná informovanost vedení společnosti na týdenních schůzkách, kdy byly prezentovány posuny v projektu a plnění harmonogramu a akčního plánu.

Nemožnost propojení Q-LanYs s DW

V rámci nápravného opatření spojeném s rizikem nevhodného uživatelského prostředí byl pracovníky Q-LanYs prezentován i fakt, že nemožnost propojení jejich softwaru s datovým uložištěm ve WOCO STV nemůže nastat. Data budou z DW klasicky exportována tak, jak doposud, s tím rozdílem, že tento proces nebude provádět pracovník, ale samotný software Q-LanYs.

Nezaškolený personál na SPC

Bylo zjištěno, že i když někteří pracovníci vyhodnocují SPC, nejsou na tuto práci proškoleni, a tedy může docházet k chybám při vyhodnocování z důvodu neznalosti.

Bylo stanoveno, že pracovníci budou začleněni do plánu školení na základy statistických metod a následně budou jejich znalosti dále v tomto směru rozšiřovány. Jako první se školení u České společnosti pro jakost na tyto základy účastnil administrátor softwaru Q-LanYs, který musí mít základní přehled, jak jsou data v softwaru vyhodnocovány. Na tomto základě bude upravovat v softwaru způsoby vyhodnocování jednotlivých parametrů.

Absence vedoucího projektu (nemoc, jiný důvod)

Toto riziko nebylo hodnoceno číslem RNP rovným nebo větším devadesáti, ani nemělo některou z hodnocených veličin rovnu deseti. Obsahuje ale provázanost s rizikem nedodržení termínu, které minimálně jednu podmínku pro stanovení nápravného opatření obsahuje. Proto bylo stanoveno opatření i zde.

Byl zvolen zástupce, který měl za úkol v čase, kdy nebyl přítomen vedoucí projektu, kontrolovat harmonogram a akční plán, svolávat pravidelné schůzky a v případě, že to

situace dovolí, písemně a telefonicky informovat vedoucího projektu o průběhu jednotlivých aktivit.

Tabulka 6 - FMEA analýza rizik po nápravných opatřeních (vlastní zpracování)

Riziko	Závažnost	Z	Výskyt	V	Odhalení	O	RPN	Opatření
Neochota spolupráce	Ztížená komunikace	7	U dlouhodobých zaměstnanců pravděpodobné	5	V okamžiku zhoršené komunikace	2	70	
Nedodržení termínu	Neplnění plánu a požadavků společnosti	8	Správnou přípravou projektu je šance na nedodržení termínu omezena	3	Pravidelné kontroly harmonogramu a akčního plánu	3	72	
Složitá práce z důvodu uživatelského rozhraní softwaru	Částečné ztížení práce	5	Některé softwary bývají složitě ovládaný	5	V rámci školení na použití softwaru a v prvních týdnech práce se softwarem	3	75	
Zamítnutí investice	Zrušení projektu	10	Ojedinelé	4	Zrušený investiční workflow	2	80	nastaveno
Nemožnost propojení Q-LanYs s DW	Zamezení hlavní funkce	10	Dodavatel Q-LanYs tvrdí, že se s takovou situací ještě nesetkal	1	Během vlastní implementace	1	10	nastaveno
Nezaškolený personál na SPC	Lze pracovat i bez certifikace	6	Nikdo není přeškolen na práci s SPC	1	Interní dokumentace ke každému zaměstnanci	1	6	
Absence vedoucího projektu (nemoc, jiný důvod)	Nedodržení termínu realizace	8	Čistě nahodilá situace	5	Jakmile situace nastane, tak ihned	1	40	
Zvýšená fluktuace zaměstnanců	Odchod člena týmu ohrožuje plynulost projektu	7	Dlouhodobí kmenoví zaměstnanci odcházejí méně	5	Okamžitá změna	1	35	
Selhání můstku	Nenačítání dat	8	Nepravděpodobné	2	Hláška v systému na lince	2	32	

11 PROJEKT Q-LANYS

Následující kapitoly popisují projekt Q-LanYs od vytvoření týmu, harmonogramu a akčního plánu až po implementaci softwaru na lince BMW.

11.1 Projektový tým

Projektový tým je tvořen lidmi, kteří se podíleli na workshopu během analýzy stavu procesu výroby na lince BMW. Základem zůstává hlavní tým, jen pozice vedoucího workshopu byla přejmenována na vedoucího projektu Q-LanYs. Hlavní tým byl rozšířen o pracovníka IT oddělení a pracovníka strojní technologie, který má na starost fyzické změny na lince BMW. Podpůrný tým byl rozšířen o externího pracovníka z firmy Q-LanYs. Tento pracovník nepatřil přímo do hlavního týmu, ale spadala na něj značná část aktivit, jako je podpis smlouvy mezi oběma stranami, nastavení můstku mezi DW a softwarem, nastavení kódu pro výběr dat z DW podle zadání a jiné práce spojené s nastavením Q-LanYs.

Vedoucí projektu převzal úlohu administrátora softwaru Q-LanYs a tuto činnost bude provádět během realizace projektu a následně i v rámci pokračování vyhodnocování SPC na lince BMW.

11.2 Harmonogram projektu

Harmonogram v příloze P II popisuje stanovené termíny v šesti definovaných blocích. Samotné vytvoření harmonogramu probíhalo během analytické fáze projektu, kdy se postupně v týmu rozebíraly úkoly spojené s úspěšným splněním cíle projektu. V rámci kontroly byl hlídán jak samotný termín pro splnění činnosti v harmonogramu, tak plnění celkového plánu, podle kterého se sledovalo načítání skluzu nebo případných časových

rezerv v plnění plánu. Na konci jednotlivých bloků byl pak popsán aktuální stav plnění plánu.

Zásadní milníky jsou v časovém plánu označeny žlutou barvou. Jsou to kritické úkoly nebo činnosti, na kterých leží velká část dodržení termínů celého projektu. U nich bylo plnění nejvíce kontrolováno a v případě skluzu se vytvářelo opatření na dohnání časového deficitu v rámci akčního plánu, který je popsán v následující kapitole.

Popis jednotlivých bloků v harmonogramu

- Blok A

Jednalo se o časové období, které zahrnovalo analytickou část projektu a tvorbu harmonogramu. Činnosti termínově probíhaly podle časového plánu.

- Blok B

Obsahoval období pro předložení výsledků analýz a návrhů. Byl ukončen podpisem smluv mezi dodavatelem softwaru a společností WOCO STV. Skluz vzniklý během schválení investice byl smazán dřívějším podpisem smlouvy.

- Blok C

Činnosti spadající pod tuto část harmonogramu byly spojené s přípravou na implementaci softwaru. Plnění plánu bylo zpožděno o dva dny. Problém vznikl na straně Q-LanYs, protože pracovník zodpovědný za vytvoření můstku onemocněl. V rámci další komunikace bylo přislíbeno dřívější splnění termínu samotné implementace softwaru.

- Blok D

Obsahoval pouze implementaci softwaru. Byla splněna dohoda o dřívější realizaci tohoto bodu, a tím se plnění plánu dostalo do rezervy dvou dnů.

- **Blok E**

Popisoval činnosti a termíny, které jsou spojeny s vytvořením správných výstupů dat k hodnocení trendů a SPC. Tato část by mohla spadat ještě pod bod D a implementaci. Byla však oddělena, protože v rámci vlastní implementace Q-LanYs z pohledu softwarových nastavení a instalací, se na činnostech podílela hlavně společnost Q-LanYs za podpory IT. Následné nastavování regulačních mezí a kontrolních plánů v softwaru již bylo řešeno interně ve WOCO STV za podpory společnosti Q-LanYs při nejasnostech.

Plnění termínu se na konci tohoto bloku rovnalo plánu.

- **Blok F**

Obsahuje analytickou část projektu ve formě zhodnocení plnění cíle a také informaci o termínu prezentace dosažení cíle. Zhodnocení zefektivnění výrobního procesu bylo po nečekaných událostech popsanych v kapitole „Zhodnocení cíle projektu“ možné splnit ve velkém předstihu. Termín vlastní prezentace výsledků pro vedení společnosti byl ponechán z důvodu možnosti vzniku dalších dat a informací, které rozšíří pohled na hodnocení cíle projektu.

Plnění tohoto plánu je značně v předstihu a lze stanovit, že s největší pravděpodobností bude splněn i termín prezentace o dosažení cíle projektu.

11.3 Akční plán

V příloze P III je zobrazen akční plán, který v úvodu obsahuje titulní stranu s informacemi o projektu, projektovém týmu a přehled plnění jednotlivých úkolů.

Činnosti jsou dílčí a podpůrné úkoly k splnění termínů v harmonogramu. Každá činnost měla svou zodpovědnou osobu a termín pro splnění úkolu. Plnění úkolů bylo kontrolováno v rámci schůzek týmu a bylo hodnoceno statusem splněno v termínu, termín překročen a otevřeno. Celkem obsahuje akční plán 33 položek, přičemž splněno v termínu bylo 27 položek, 2 položky byly splněny po překročení termínu a 4 položky jsou otevřeny.

11.4 Cenová návratnost investice

V tabulce 7 je uveden přehled nákladů za jednotlivé položky, které v rámci realizace projektu Q-LanYs vznikly. Největší částku tvoří pořízení softwaru a licencí za 115 000 Kč. Licence jsou plovoucí a po jejich zaplacení v rámci projektu se na ně nevztahuje žádné další cenové zatížení.

Položka školení u ČSJ je brána pro administrátora tohoto softwaru. Pro tento projekt je certifikované školení pro jednoho člena dostačující. V případě, že by společnost chtěla vzdělávat i jiné zaměstnance v tomto směru, není relativní počítat náklady na tyto další školení do tohoto projektu.

Hardwarová základna tvoří počítačovou obrazovku, klávesnici a myš. Tyto součásti budou umístěny na lince a připojeny k místnímu počítači. Díky nim bude možné sledovat data přímo na lince a prostřednictvím této základny budou v případě překročení regulačních mezí odesílány informace do softwaru linky. Na lince se pak rozsvítí světelné hlášení, že se něco v procesu výroby změnilo. Není potřeba pořizovat novou světelnou signalizaci, protože bude použita stávající na lince BMW (viz obr. 27).



Obrázek 27 - Světelná signalizace na lince BMW (vlastní zpracování)

V ostatních nákladech jsou zahrnuty předpokládané služební cesty, ubytování a rezerva na neočekávané výdaje.

Tabulka 7 - Souhrn nákladů pro realizaci projektu Q-LanYs (vlastní zpracování dle interní dokumentace)

Produkt	Cena
Q-LanYs (software + 6 licencí + uvedení do provozu)	115 000 Kč
Školení u České společnosti pro jakost	10 000 Kč
Hardwarová základna pro zobrazení dat na lince	15 000 Kč
Ostatní náklady	20 000 Kč
Celkem	160 000 Kč

Do původního výpočtu návratnosti investice nebyla započtena úspora, která vznikne snížením výroby NOK kusů. Pokud bychom přímo vycházeli z informací z analytické části, kde jsme zjistili, že včasnou reakcí na změnu v procesu výroby mohlo být zabráněno výrobě cca 1160 NOK kusů, dostali bychom se k informaci, že návratnost investice v případě, že jeden kus je prodán za cca 375 Kč, by vznikla v okamžiku odhalení změny v procesu. Protože se ale jedná o očekávané zefektivnění procesu a nelze počítat, že podobný problém stoprocentně vznikne, přihlíží se v první části cenové návratnosti k reálným číslům, které se ušetří od doby implementace softwaru.

Pracovník, vyhodnocující způsobilosti na lince BMW, stráví nad touto činností cca 10 hodin týdně, a to je brán v potaz i fakt, že na lince se nepracuje každý týden. Jedná se o meziroční průměr. Ohodnocení této práce je 300 Kč za hodinu, což je částka, která je použita v rámci kalkulace nabídky zákazníkovi. Potřebný čas a činnosti k analýzám vzniklého problému lze vynechat, protože náklady budou srovnatelné jak při vyhodnocování dat pracovníkem, tak při vyhodnocování dat online softwarem. Jedná se totiž o činnosti spojené s analýzou kořenových příčin změn vzniklých v procesu a tedy o činnosti vzniklé až po samotném vyhodnocení jak pracovníkem nebo softwarem.

Po implementaci softwaru Q-LanYs se čas pracovníka, který bude kontrolovat data, zkrátí na přibližně 0,5 h za týden. Bude totiž kontrolovat data jen při očekávaných ohlášených změnách, jako je třeba plánovaná údržba na lince nebo restart linky. V těchto případech bude potřeba, aby zkontroloval, zda software správně pracuje a načítá online data. Ohlášení neočekávaných změn pak za něj provede sám software odesláním e-mailové zprávy na zodpovědné pracovníky a světelného signálu na lince.

Návratnost investice se projeví po 57 týdnech od implementace softwaru na lince BMW. Pokud tedy počítáme, že rok má 52 týdnů, dosáhneme zlomu za rok a pět týdnů.

Konkrétní datum, kdy lze zahájit sledování návratnosti investice v porovnání ze skutečností, je 31. 1. 2019. V tomto termínu je podle harmonogramu plánováno konečné nastavení regulačních mezí u jednotlivých parametrů a může být zahájeno automatické vyhodnocení dat za pomoci regulačních mezí pro sledování trendů a způsobilostí výrobního procesu na lince BMW. K tomuto datu skončí činnost pracovníka zodpovědného za vyhodnocení dat u této linky a nadále bude jen kontrolovat funkci softwaru po ohlášených změnách.

Toto období z hlediska plánovaného časového horizontu výroby na lince BMW je vedením společnosti akceptováno.

11.5 Implementace softwaru Q-LanYs

Implementace probíhala ve dvou fázích. Dle harmonogramu v příloze P II je pod blokem D patrné, že nejdříve proběhla implementace, za kterou byly zodpovědní pracovníci společnosti Q-LanYs a zaměstnanci IT oddělení ve WOCO STV. Následně proběhla druhá fáze, která spadala pod blok E a obsahovala vlastní nastavení regulačních informací uvnitř softwaru, které budou kontrolovat trendy a způsobilosti procesu. Za tyto činnosti byl zodpovědný administrátor softwaru s podporou týmu, který zajistil vstupní kritéria pro regulaci.

Software je možné používat v plném překladu do šesti jazyků a jedním z nich je i čeština. Společně s uživatelsky příjemnou platformou a snadnou orientací v náhledech na data je celková práce jak při implementaci tak v budoucím využívání velmi jednoduchá a rychlá.

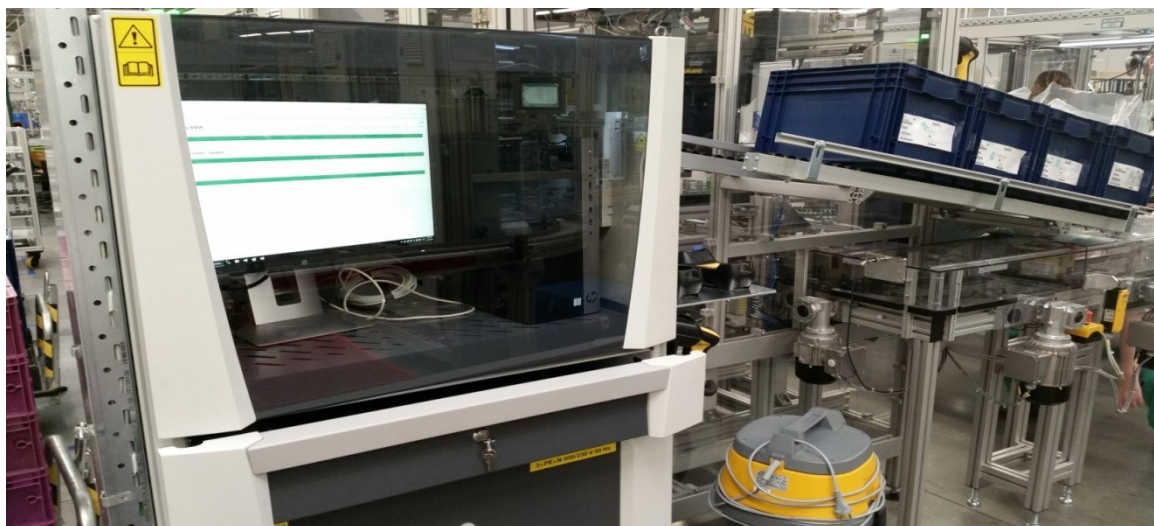
11.5.1 První fáze

Pracovníci společnosti Q-LanYs spustili za podpory IT oddělení ve WOCO STV propojení mezi DW a softwarem Q-LanYs. Datový můstek, který k tomu dodavatel softwaru přichystal, je tvořen informačními kódy, které na základě algoritmů vyhledávají v DW konkrétní data. V případě, že se v DW objeví data, která mají být načtena pro vyhodnocení, zkopíruje je můstek do vyhodnocovacího softwaru.

Dále byl software nainstalován na disk v interní síti WOCO STV a tím byl zpřístupněn všem uživatelům, kteří mají přístup k tomuto disku uvnitř společnosti. Omezení souběžně běžících licencí bylo nastaveno na šest plovoucích licencí. Díky tomu může využívat software více lidí, avšak v jednu chvíli může být přihlášeno jen šest uživatelů.

Na linku BMW byl IT oddělením dodán nový monitor a klávesnice s myší (viz. obr. 28). Dodavatel softwaru za spolupráce pracovníka strojní technologie provedl propojení softwaru se světelnou signalizací na lince.

V rámci první implementační fáze proběhlo jednodenní školení na práci s Q-LanYs pro administrátora softwaru a některé členy týmu, jako je technolog, technik kvality a pracovník vyhodnocující SPC.



Obrázek 28 - Hardwarová základna linky BMW pro spuštění softwaru Q-LanYs přímo na lince (vlastní zpracování)

11.5.2 Druhá fáze

Skládá se z vlastního nastavení uvnitř softwaru, kdy jsou definovány kontrolní plány, které obsahují informace o parametru, regulačních mezích a výsledném vzhledu dat při znázornění v grafech.

Nastavení kontrolních plánů, které je zobrazeno na obr. 29, je základem pro správné vyhodnocování a práci s daty. Nastavením kódu, který je přiřazen parametru, se algoritmem v můstku vyhledávají a kopírují jen data spojené s měřením vybraného parametru. V softwaru pak administrátor přednastaví nominální hodnotu a výkresové tolerance k měřeným veličinám a nastaví způsob vyhodnocení dat v grafech a způsobilostech.

Po vytvoření kontrolních plánů byly nastaveny přístupy do softwaru Q-LanYs pro technology, techniky kvality a vyhodnocovatele SPC.

Kód parametru	Název parametru	Hodnota	Jedn.	DTM	HTM	Typ rozdělení	KB SPC	Pořadí	1K	V	PK	Typ měřidla	RM ...	RM ...
15	12_EOL_Těsnost vnější	0,000	Pa	-300,000	300,000		1	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	14_EOL_Průchodnost	0,655	Pa	0,635	0,675		1	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	15_EOL_Elektro impedance (0.2V	900,000	Ω	850,000	950,000		1	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	16_EOL_Elektro impedance(1.0V	60,000	Ω	50,000	70,000		1	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	01_Stanice 1_Doba svařování	0,650	s	0,300	1,000		1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	02_Stanice 1_Vzdálenost svařová	0,655	mm	0,300	1,001		1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
36	03_Stanice 1_Energie svaření	165,000	J	30,000	300,000		1	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
45	07_Měření výšky_nýtování_autor	63,500	mm	63,350	63,650		1	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
46	11_Měření výšky_svařování_autor	21,550	mm	21,400	21,700		1	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
62	04_Stanice 3_Doba svařování	5,500	s	2,000	9,000		1	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
63	05_Stanice 3_Vzdálenost svařová	2,749	mm	1,999	3,500		1	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
64	06_Stanice 3_Energie svaření	310,000	J	120,000	500,000		1	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
74	08_Stanice 5_Doba svařování	2,650	s	0,300	5,000		1	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
75	09_Stanice 5_Vzdálenost svařová	0,825	mm	0,450	1,200		1	9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
76	10_Stanice 5_Energie svaření	90,000	J	30,000	150,000		1	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	13_EOL_Těsnost vnitřní	0,000	bar	-4000,000	4000,000		1	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Obrázek 29 - Kontrolní plány v softwaru Q-LanYs (vlastní zpracování)

Tabulka 8 popisuje výběr parametrů, který provedl tým v rámci úkolu číslo 11_1 v Harmonogramu k projektu, který je vložen v příloze P II.

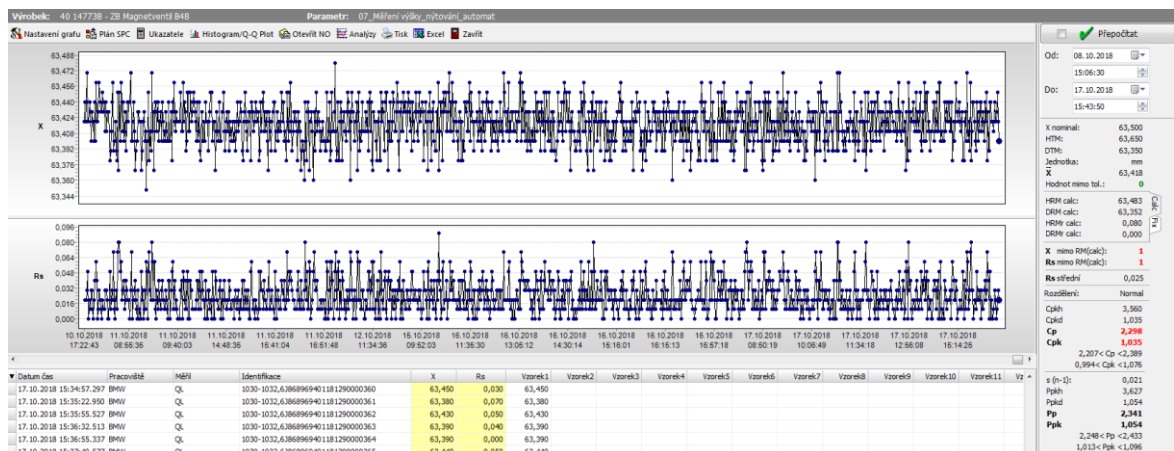
Tabulka 8 - Výběr parametrů pro statistickou kontrolu procesu na lince BMW
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

Seznam parametrů pro statistické sledování - Linka BMW						
Číslo stanice / parametr	Rozsah (četnost)	Kód parametru	Nominální hodnota	Horní tol. mez (HTM)	Dolní tol. mez (DTM)	Jednotka
Stanice 1 svařování						
Doba svařování	100%	34	0,655	1	0,3	s
Vzdálenost svařování	100%	35	0,655	1,001	0,3	mm
Energie svaření	100%	36	165	300	30	J
Stanice 3 svařování						
Doba svařování	100%	62	5,5	9	2	s
Vzdálenost svařování	100%	63	2,749	3,5	1,999	mm
Energie svaření	100%	64	310	500	120	J
Měření výšky po nýtování	100%	45	63,5	63,65	63,35	mm
Stanice 5 svařování						
Doba svařování	100%	74	2,65	5	0,3	s
Vzdálenost svařování	100%	75	0,825	1,2	0,45	mm
Energie svaření	100%	76	90	150	30	J
Měření výšky po svaření	100%	46	21,55	21,7	21,4	mm
Stanice 9 zkoušení funkce						
Těsnost vnitřní	100%	9	0	4000	-4000	Pa
Těsnost vnější	100%	15	0	300	-300	Pa
Průchodnost	100%	16	0,655	0,675	0,635	Pa
Elektro impedan- ce (0,2V)	100%	17	900	950	850	Ω
Elektro impedan- ce (1,0V)	100%	18	60	70	50	Ω

Aby bylo možné co nejdříve stanovit vhodné regulační meze zásahu, byl pro sledování trendu v grafech nastaven pohled na sto procent dat. Způsobilosti pak byly na základě statistického vyhodnocování počítány dle statistického výběru dat z celku. Toto muselo být přednastaveno administrátorem software za využití podpory týmu, aby bylo možné plně využívat možnosti softwaru Q-LanYs.

Pohled na data k jednomu parametru v době, kdy ještě nebyly nastaveny regulační meze, lze vidět na obr. 30. U parametru číslo 07_Měření výšky nýtování je na první pohled

patrné, že můžeme již sledovat trend dat a výpočet způsobilostí také funguje. Nejsou ale nastaveny žádné regulační meze, na které by software sám reagoval po jejich překročení.

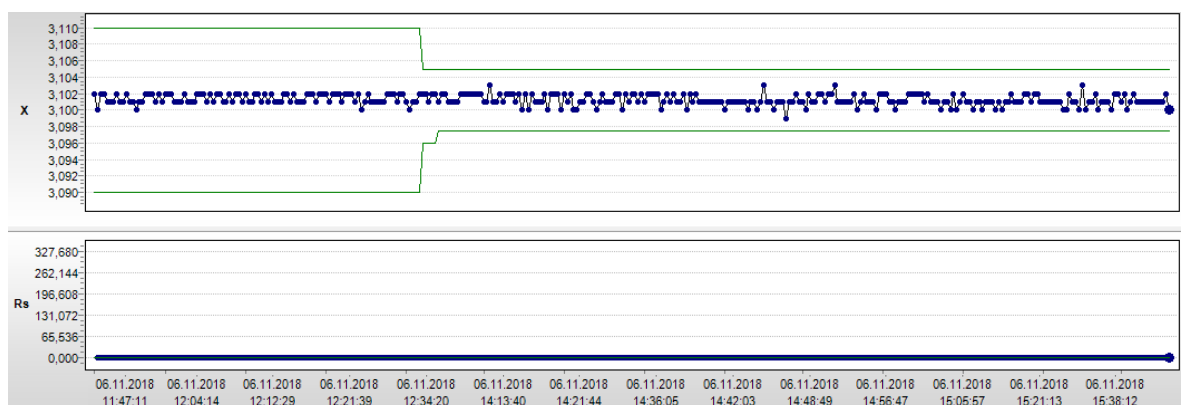


Obrázek 30 - Prvotní zobrazení dat v softwaru Q-LanYs před nastavení regulačních mezí (vlastní zpracování dle interní dokumentace)

V této chvíli je tedy nahrazena část práce pracovníka vyhodnocujícího data z DW manuálně. Vytvoření grafu pro sledování trendu a výpočet způsobilosti procesu v softwaru Palstat je nadále prováděno jen přes software Q-LanYs.

Konečná část druhé fáze implementace je nastavení a utahování regulačních mezí, aby mohl software sám reagovat na změny trendů, a tím i na změnu ve způsobilostech. Hodnotu, jakou mají mít regulační meze oproti výkresovým tolerancím, stanovil administrátor softwaru na základě vysledování trendu dat v průběhu dvou měsíců.

Na obr. 31 jsou zelenou barvou znázorněny regulační meze. Uťahováním regulačních mezí je vidět, jak se zeleně značené meze zásahu přibližují k trendu dat. Každý modrý bod znázorňuje jednu naměřenou hodnotu k jednomu dílu.

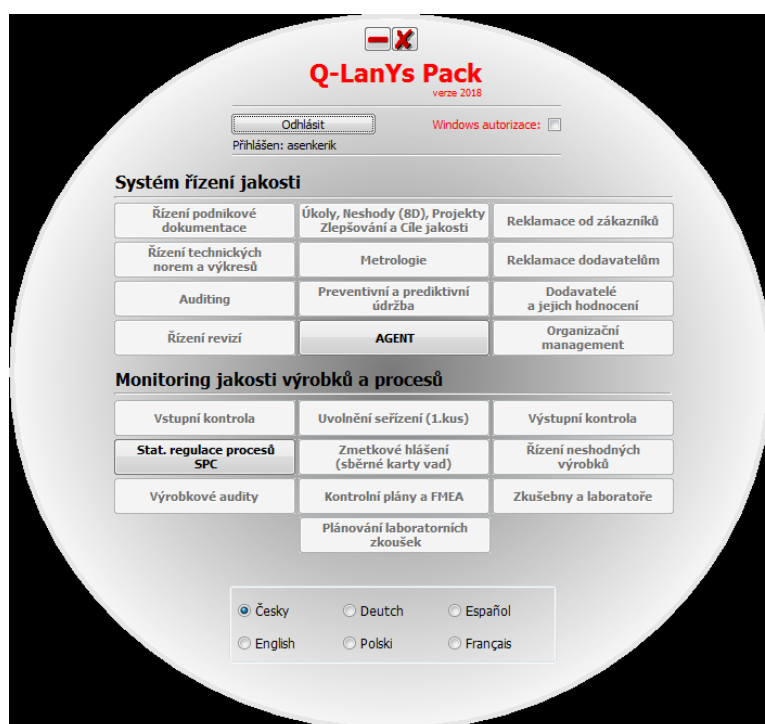


Obrázek 31 - Regulační meze a jejich zpříšňování (vlastní zpracování dle interní dokumentace)

11.6 Statistická regulace na lince BMW

Tato kapitola popisuje stav vyhodnocování dat na lince BMW po implementaci softwaru Q-LanYs.

Na obr. 32 je vidět přihlašovací menu do softwaru, kdy je zpřístupněn pouze modul pro SPC vyhodnocení.

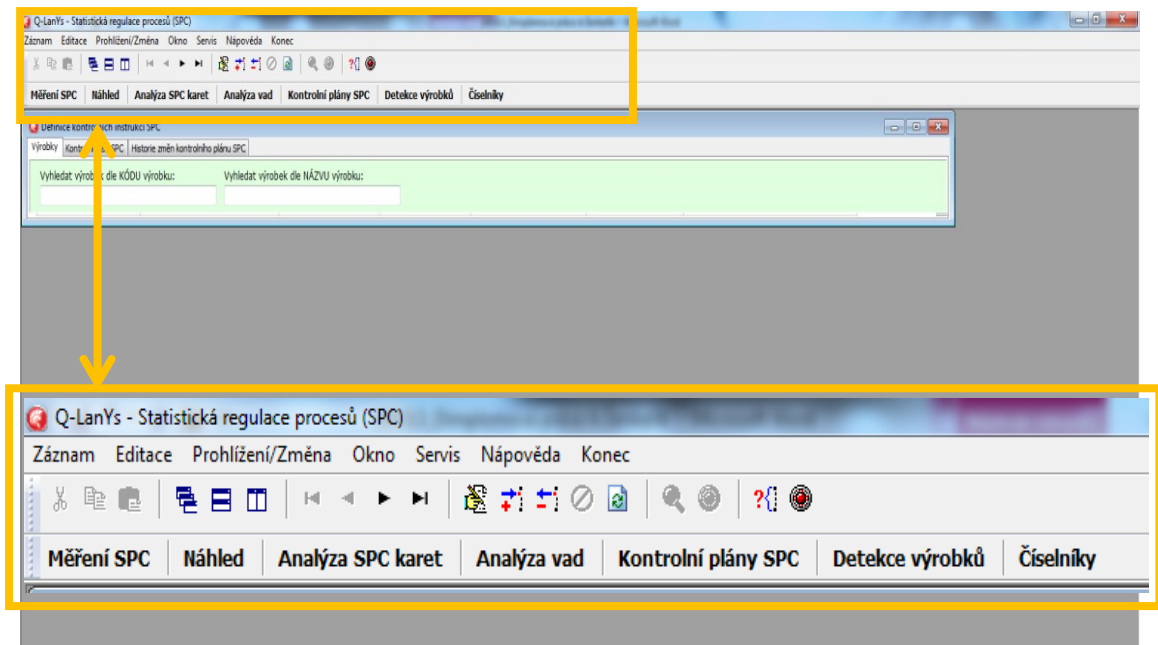


Obrázek 32 - Přihlašovací menu Q-LanYs

(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

Pohled na pracovní prostředí uvnitř modulu SPC je znázorněn na obr. 33. Pracovní lištu tvoří sedm záložek, přičemž pro statistickou regulaci dat jsou využívány záložky náhled, analýza SPC karet a kontrolní plány. Záložka kontrolních plánů byla popsána v rámci kapitoly implementace softwaru Q-LanYs. Analýza vad, detekce výrobků a číselníky slouží pro přednastavení dat k náhledu v grafech a v rámci použití statistické regulace na lince BMW jsou tyto záložky nepodstatné. Karta měření SPC slouží k záznamu dat z operací, kde se měří ručně např. výškoměrem. Protože na lince BMW jsou výše uvedené parametry měřeny automaticky, je možnost manuálního měření SPC pro tyto díly bezpředmětná. Záložku měření SPC lze však případně využít na jiných linkách, kde se během ručního měře-

ní parametru automaticky propíše hodnota do softwaru Q-LanYs podle přednastavených kontrolních plánů.



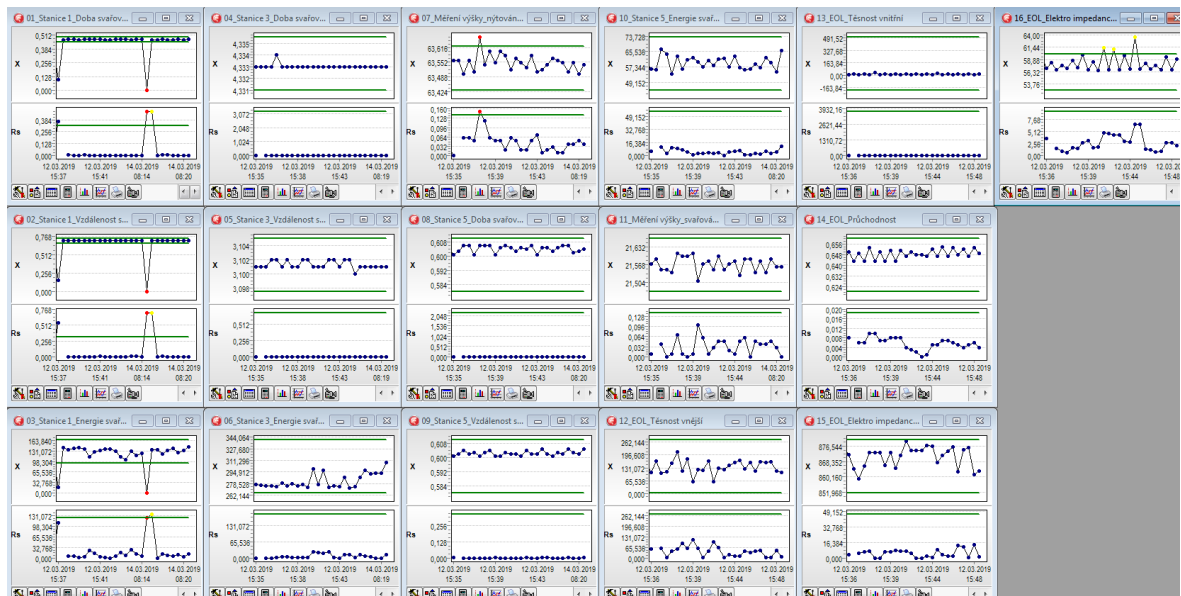
Obrázek 33 - Pracovní prostředí v softwaru Q-LanYs
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

V záložce náhled lze online sledovat vyhodnocení všech parametrů najednou. Slouží pro vyhodnocení trendů manuálně a sleduje pohyb hodnot v rámci regulačních mezí. Využívá se na lince při ohlášení změn nebo jiných zásahů a kontroluje se tak citlivost nastavených regulačních mezí.

Tento přehled je vhodný i pro chvíle, kdy neanalyzují jen jeden parametr, ale chci zjistit závislost parametrů navzájem. Závislost měřených hodnot mezi jednotlivými parametry je věc subjektivního vyhodnocení a toto software nedokáže sám realizovat, protože nenabývá zkušeností, které získá v průběhu času člověk.

Rozsah výběru posledních naměřených hodnot v grafu je přednastaven tak, aby byl náhled přehledný. Při velkém nebo naopak velmi malém počtu hodnot se zhoršuje vypovídající hodnota trendu.

Pohled na pracovní plochu v záložce náhled se všemi parametry ve vyhodnocovacích grafech je znázorněn na obr. 34.



Obrázek 34 - Pracovní plocha v záložce náhled
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

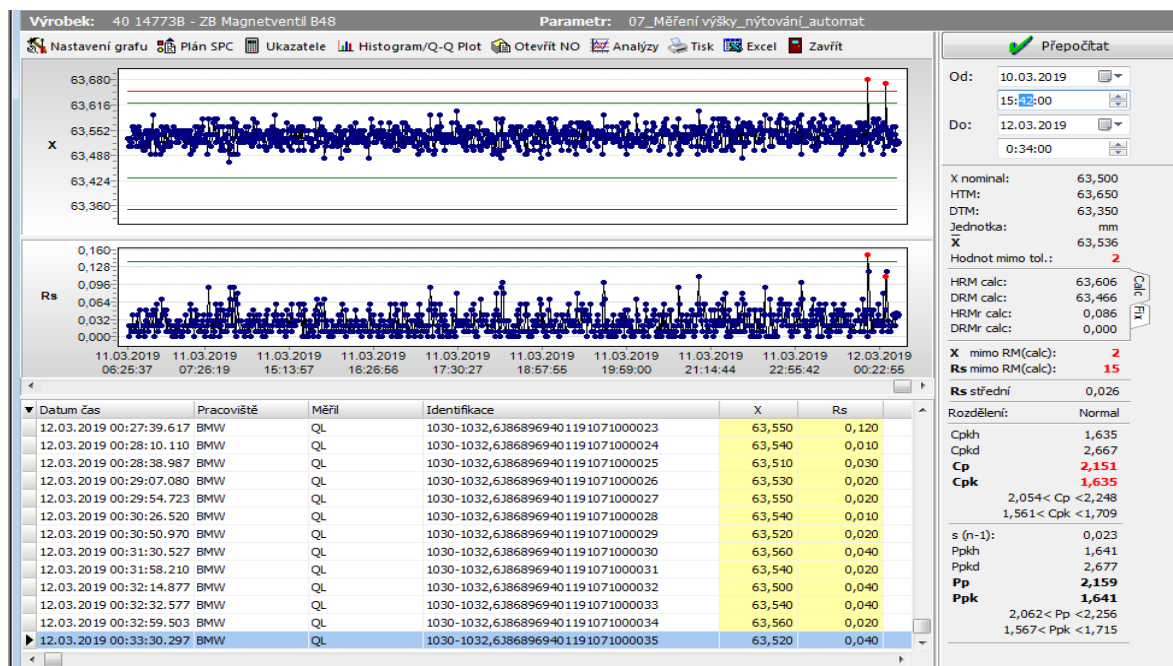
V listě analýza SPC karet se vyhodnocují a sledují parametry vždy po jednom a jedná se tedy o bližší pohled na data ke konkrétnímu parametru. Na obr. 35 je vidět, že jsou zaznamenány červenou čarou toleranční meze, zeleně regulační meze zásahu. Modré body popisují neměřené hodnoty a trend. Červené body jsou vyrobené NOK kusy.

V případě, že by se trend hodnot pohnul nad zelenou regulační mez, body budou vykresleny žlutě a je odeslán email na zodpovědné pracovníky, že na sledovaném parametru vznikla odchylka. Zároveň se rozsvítí výstražné světlo u linky. Toto neplatí pro kusy aktuálně vyhodnocené jako NOK, protože ty spadají pod práci se zmetky na lince a reakce na ně probíhá vždy, když jsou vyrobeny 3 kusy po sobě se stejnou chybou. Změna trendu je přímo spjata se změnou způsobilosti, proto při nastavených regulačních mezích není potřeba sledovat vlastní hodnoty způsobilosti procesů. Pokud vznikne odchylka v trendu, tak se ve chvíli vzniku změny i hodnoty způsobilosti. Je nutné dodat, že proces může být způsobilý i při změně trendu. Na druhou stranu neplněním a tudíž změnou způsobilosti se vždycky změny i trend nad stanovené regulační meze.

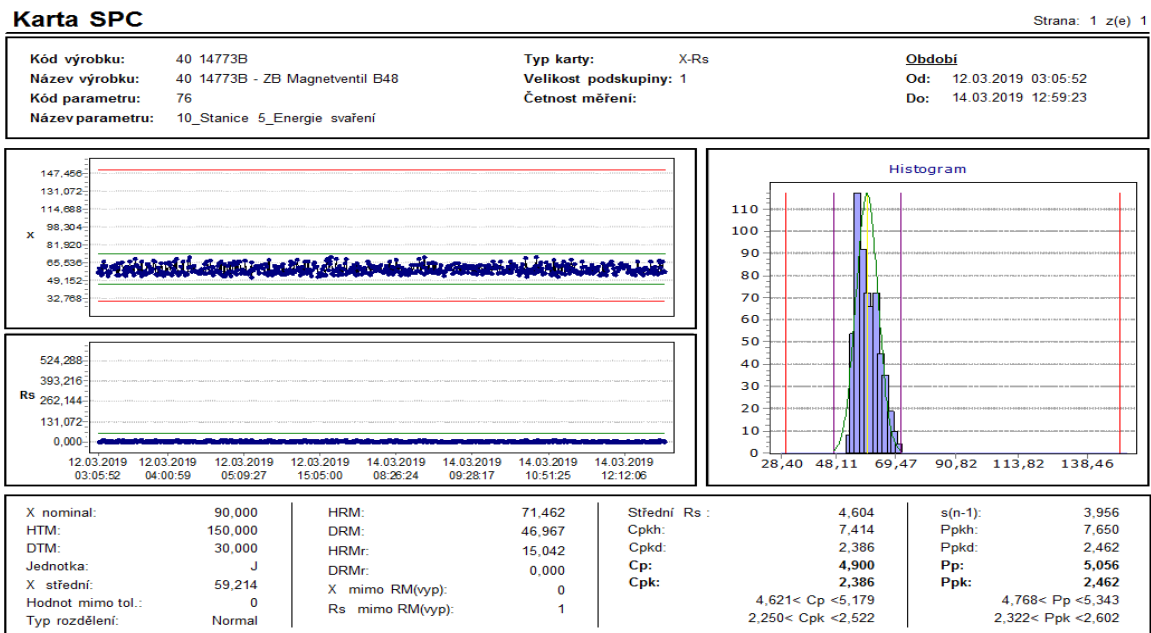
Protože reagujeme na překročení regulačních mezí a ne na okamžitě vyhodnocené NOK kusy, není možné proces výroby na lince zastavit při vzniku odchylky trendu. Avšak

čas mezi zjištěním odchylky od trendu a případným nápravným opatřením se takto zkracuje na minimum.

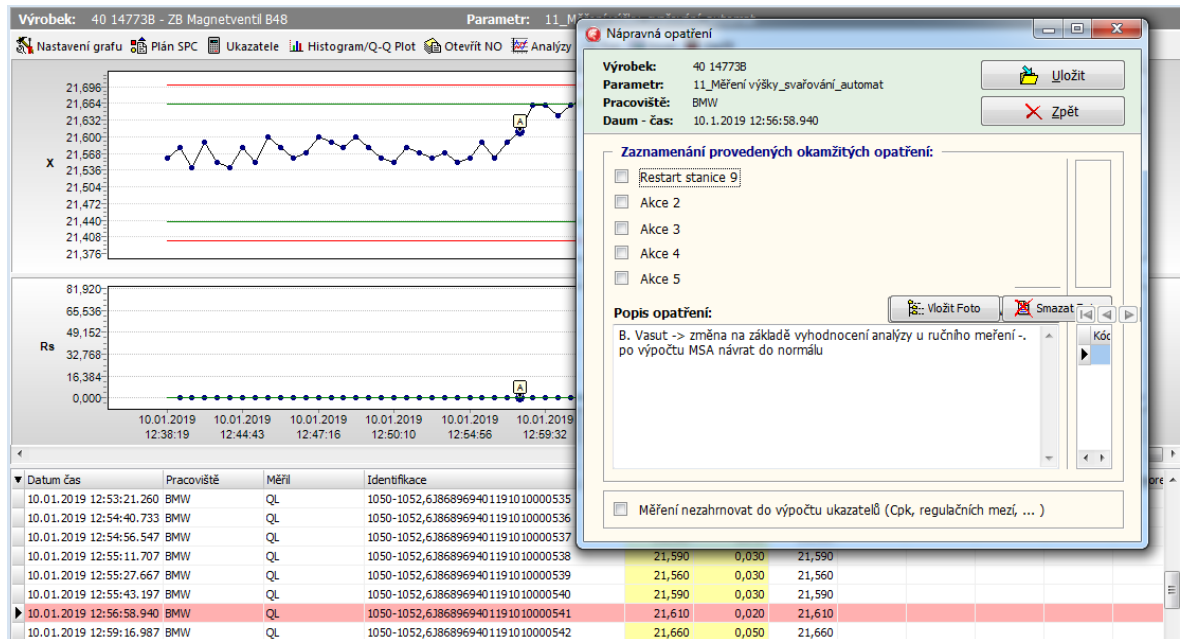
V tomto listě lze také zpětně dohledávat hodnoty k jednotlivým měřeným dílům. Počítá se zde automaticky způsobilost C_p , C_{pk} a P_p , P_{pk} a je možné si vytvořit výstup této analýzy, který je také zobrazen na obr. 36. V případě vzniku odchylky nebo při jiné potřebě je možné ke konkrétnímu výrobku a naměřené hodnotě navést poznámku, která se propíše do grafu a historie konkrétních dat. Je pak snadné dohledat, jaké změna nebo činnost proběhla v daném časovém období. Předem lze přednastavit akce a poznámky pro činnosti, které se opakují, a při vpisování poznámky je tedy možné vybírat ze vzorů, a tak si urychlit administrativní práci. Tuto možnost znázorňuje obr. 37. U vybraných dat se objeví poznámka „A“, která říká, že byla k tomuto měření a času přidána akce nebo poznámka. Otevřením vlastní poznámky si lze prohlédnout, co za akci nebo jaká poznámka byla připsána.



Obrázek 35 - Zobrazení nastavených regulačních mezí, tolerančních mezí a zobrazení NOK kusů v softwaru Q-LanYs (vlastní zpracování dle interní dokumentace)



Obrázek 36 - Karta SPC pro analýzu způsobilosti procesu
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)



Obrázek 37 - Možnost výběru předdefinovaných akcí
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

11.7 Zhodnocení cíle projektu

Předpokládané splnění cíle bylo plánováno na konec dubna 2019. Jednalo se o odhad, protože se vycházelo z historie dat v datovém skladu.

Průběžné hodnocení cíle probíhalo od 19. 10. 2018 do 1. 2. 2019 v rámci schůzek s týmem. Malých úspěchů v zefektivnění výrobního procesu bylo dosaženo již v průběhu tohoto období, protože se pomocí vyhodnocování trendů stoprocentního objemu dat z linky dala stanovit přesná doba pro výměnu pomocných přípravků, jako jsou těsnící gumičky u kontaktování dílu v rámci zkoušek těsnosti na stanici 9. Bylo vysledováno, že v případě opotřebení těchto těsnících prvků, se trend naměřených hodnot změní a blíží se k horní regulační mezi, díly tedy se chovaly méně těsně. V procesu byl již dříve nastaven interval pro výměnu těchto těsnění, ale byl stanoven pouhým odhadem a s velkou rezervou před vlastním opotřebením.

Dále byla ulehčena a zefektivněna práce člověka, který doposud vyhodnocoval data z linky manuálně. Tím byl také zefektivněn proces výroby, protože se reakce na změny v procesu staly pružnějšími a objektivnějšími.

Reálné potvrzení, že navrhované opatření opravdu funguje tak, jak jsme očekávali, a že realizací tohoto projektu se zefektivní proces výroby, přišlo 14. 2. 2019, kdy software Q-LanYs informoval pracovníky o změně, která nastala u parametru číslo 12_Vnější těsnost při výrobě výrobku B. Tento fakt je zobrazen na obr. 38, kde je vidět, že se začaly objevovat díly, u kterých byla naměřena nulová průchodnost. V rámci tolerancí podle výkresu se tento díl řadil do OK kusů. V softwarové základně linky byla ale v minulosti přidána podmínka, že takto vyhodnocený díl musí být vložen na NOK pás jako neshodný výrobek. Podmínka vycházela ze zkušeností technologů a faktu, že absolutně těsný díl nikdy nemůže existovat.

Během výroby shodou náhod nenastala chvíle, že by vznikly tři po sobě jdoucí NOK kusy vyřazené na stejnou vadu, takže na tuto událost nikdo z pohledu Jidoky nereagoval a proces výroby by běžel do doby, než by si někdo všiml zvýšeného počtu zmetků vyřazených na jednu chybu.

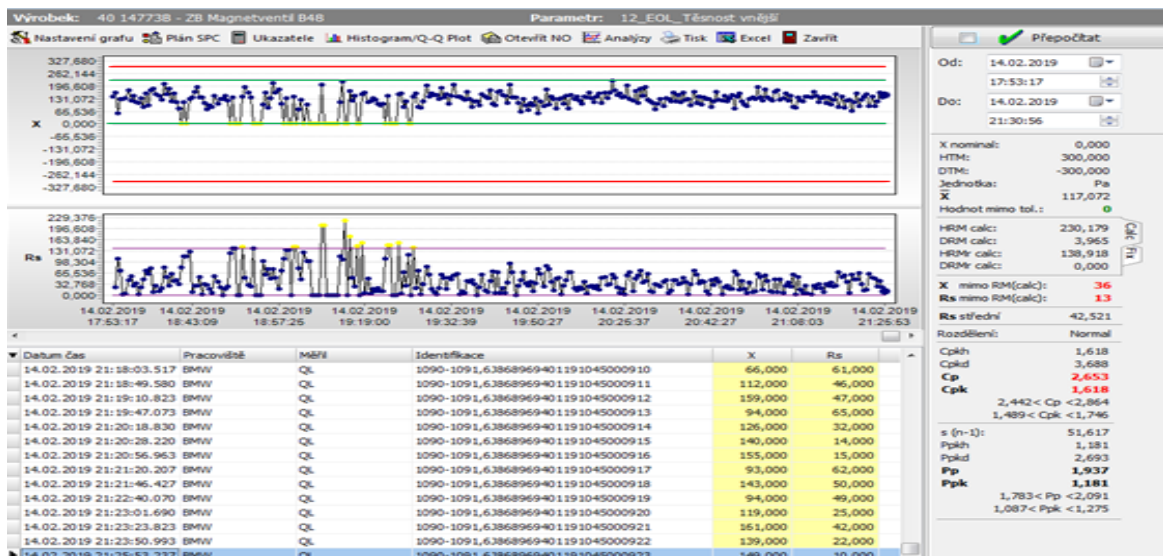
Nálezy byly evidovány na odpolední a noční směně. Protože na těchto směnách nejsou přítomni všichni pracovníci týmu, kteří by byli schopni díly a proces hned analyzovat,

bylo rozhodnuto přítomným technikem kvality a výrobním mistrem, že díly vyřazené na tuto chybu budou uloženy v blokačním skladu k další analýze a výroba může dále pokračovat za předpokladu, že počet NOK kusů na lince nestoupne během této výroby u stanice 9 nad 7%. Procentuální hodnota neshodných kusů vůči celkově vyrobeným je sledována softwarem na lince. Hraniční hodnotu 7% neshodných výrobků zodpovědná osoba zvolila podle předem stanovené směrnice k práci s neshodnými výrobky u linky BMW.

Následujícího dne proběhly analýzy v technické laboratoři, které vyhodnotily díly jako průchodné, tudíž se jedná o OK kusy. Po kontrole linky bylo zjištěno, že na stanici 9 při měření parametru 12 dochází k chybě v měření způsobené softwarovou chybou, která se projevuje jen u některých dílů v závislosti na průměru kontaktovaného vývodu na dílu. Chyba byla odstraněna restartem linky. Celkem bylo vyřazeno na odpolední a noční směně 38 NOK kusů, z toho 30 na právě zmíněnou vadu. Po opětovném přeměření 30 dílů na stanici 9 bylo zjištěno, že se nejedná o neshodné výrobky, ale OK kusy vyřazené z důvodu chyby měření. Byl doplněn laserový popis a QR kód a díly mohly být dále použity k prodeji zákazníkovi.

Bylo také rozhodnuto, že v případě opakování tohoto problému, bude na lince BMW zaveden časový interval, který bude určovat dobu, kdy je nutno linku v rámci údržby restartovat.

Hlídkání pomocí Jidoky bylo rozšířeno o pravidlo, které říká, že zastavení výroby není provedeno jen v případě tří po sobě jdoucích chyb, ale i tehdy, jestliže se jedna a tatáž chyba vyskytne pětkrát v rámci jedné hodiny. Následující postup je pak stejný jako u hodnocení tří po sobě jdoucích dílů, a to že výroba musí být opětovně uvolněna pod dohledem zodpovědné osoby jako je mistr, technolog nebo technik kvality.



Obrázek 38 - Zobrazení naměřených hodnot nad mezi zásahu
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

Na základě výše uvedených informací můžeme říci, že cíl projektu byl úspěšně splněn a k plánovanému termínu 3. 5. 2019 lze předložit vedení společnosti výsledky, které jednoznačně ukazují na zefektivnění výrobního procesu, ulehčení a zrychlení práce a snížení možných vyráběných neshodných výrobků.

11.7.1 Zefektivnění výrobního procesu

V rámci výroby 14. 2. 2019 bylo na stanici 9 vyhodnoceno 38 neshodných výrobků z celkového množství 750 vyrobených kusů. Množství NOK kusů při této výrobě bylo tedy 5% z celku. Díky softwaru Q-LanYs a stanoveným regulačním mezím se musely provést analýzy u třiceti kusů. Výsledkem bylo snížení celkových vyrobených zmetků z 38 na 8 kusů, protože 30 kusů vyřazených na chybu u parametru 12 se mohlo dále považovat za OK kusy.

Množství vyrobených neshodných výrobků se snížilo z 5% na 1%.

V případě, že bychom cenu těchto 30 kusů promítli do návratnosti investice, dosáhneme toho, že vypočtené období pro návratnost se zkrátí z 57 na 48 týdnů.

Teoretické množství vyrobených neshodných výrobků mohlo být daleko větší, v případě, že by nebyl realizován projekt Q-LanYs a data by byla vyhodnocena ručně. V mezičase, než by se na tuto chybu přišlo, by byly výrobky nenávratně vyřazeny.

12 VYHODNOCENÍ DOPADŮ REALIZACE PROJEKTU Q-LANYS

Tato kapitola je věnována shrnutí všech dopadů, které jsou spojeny s realizací projektu Q-LanYs ve společnosti WOCO STV.

Náklady spojené s realizací tohoto projektu jsou popsány v tabulce 7.

12.1 Zefektivnění výrobního procesu

Je provedeno snížením množství možných vyrobených neshodných výrobků. K zefektivnění přispívá i zviditelnění neočekávaných změn v procesu výroby přímo u linky pomocí sledování trendu na monitoru u linky a světelnou signalizací na lince, která reaguje na překročení regulačních mezí.

Přínos

- Snížení výroby NOK kusů na lince BMW
- Přístup k datům přímo v prostorách výroby

Úspora

- Snížení nákladů na NOK výrobky

Bariéra

- Neochota pracovníků reagovat na větší počet upozornění o změnách v procesu, při počátečním odladování regulačních mezí

12.2 Úspora práce při vyhodnocování trendů a způsobilostí

Po realizaci projektu se značně ulehčila práce s daty a jejich vyhodnocováním. Z průměrných desíti hodin za týden se stala půl hodina týdně pro kontrolu správné funkce vyhodnocování v softwaru Q-LanYs. Způsobilosti jsou automaticky vypočítávány na základě předem stanoveného rozsahu výběru dat a v případě jejich deklarace zákazníkovi lze vytisknout kartu SPC zobrazenou na obr. 36.

Přínos

- Jednodušší přístup a práce s daty a informacemi
- Rychlá reakce na požadavky zákazníka v rámci představení SPC

Úspora

- Malá časová náročnost

Bariéra

- Neproškolený personál na SPC a základy statistických metod

12.3 Online záznam dat

Velmi pozitivní je pohled na data v reálném čase během výroby. Ta se nemusí složitě extrahovat a filtrovat z DW, ale je možné je sledovat online z místa svého pracoviště přes pracovní počítač pomocí plovoucích licencí k přístupu do softwaru Q-LanYs.

Přínos

- Pružnost práce
- Přístup k datům v reálném čase

Úspora

- Odpadá nutnost ručně získávat data z DW

12.4 Rychlá reakce na neočekávanou změnu v procesu

Správně nastavenými regulačními mezemi, které jsou těsně staženy k historickému trendu dat, bylo docíleno minimální prodlevy mezi vznikem změny v procesu a reakcí na ni. Informace o těchto změnách v trendech jsou automaticky zasílány prostřednictvím softwaru Q-LanYs na zodpovědné pracovníky a na lince se v případě přestoupení regulačních mezí rozsvítí světelná signalizace.

Přínos

- Pružnost práce
- Světelné upozornění na odchylky v procesu přímo na lince

Bariéra

- Neproškolený personál na SPC a základy statistických metod

12.5 Možnost využití softwaru Q-LanYs na dalších linkách

Software Q-LanYs pro statistickou kontrolu procesů pomocí trendů a způsobilostí lze aplikovat i na jiné linky ve společnosti WOCO STV. Lze tedy projekt dále rozšiřovat a pracovat s daty efektivně nejenom na lince BMW, ale plošně napříč výrobou na ostatních linkách.

Přínos

- Standardizace práce
- Hlídaní procesů pomocí SPC

Úspora

- Snížení pracovní náročnosti

Bariéra

- Přizpůsobení všech zaměstnanců na zavedení nového softwaru

12.6 Zvýšení úrovně zkušeností zaměstnanců WOCO STV

Díky realizaci projektu se lépe pracuje s daty a informacemi, které vytváří základnu pro nové zkušenosti s procesy výroby. Zaměstnanci se v datech lépe orientují a provádějí analýzy a workshopy. Tyto činnosti vedou k zjišťování kořenových příčin u problémů, které jsou za běžných situací skryté a které jsou zviditelněny díky použití online vyhodnocování trendů a způsobilostí u měřených parametrů. Pracovníci tak získávají Know-how, které může společnost WOCO STV efektivně využít.

Přínos

- Stupňující se kvalifikace interních pracovníků
- Nové zkušenosti

Bariéra

- Náročný a časově zdlouhavý proces

ZÁVĚR

Předmětem této diplomové práce bylo zefektivnění výrobního procesu na montážní lince BMW ve společnosti WOCO STV s.r.o.

Teoretická část obsahuje literární rešerši jako podklad pro zpracování praktické části. Popisuje průmyslové inženýrství, proces výroby, projekt, vybrané metody a techniky průmyslového inženýrství a základní přístup ke statistické kontrole procesů.

Praktická část se zabývá analýzou současného stavu na lince BMW. Na základě této analýzy bylo zjištěno, že současná práce s vyhodnocováním dat na lince je nevyhovující a vede ke vzniku vícenákladů v procesu výroby. Byla navržena investice do softwaru Q-LanYs, který dokáže samostatně na základě statistických dat kontrolovat proces. Data jsou pořízena v rámci automatického měření na lince BMW a v případě neočekávané změny v procesu, která se projeví v naměřených datech, informuje software Q-LanYs příslušné odpovědné pracovníky.

Podle návrhu na zlepšení byl vytvořen projekt s cílem zefektivnit výrobní proces. Analýzou bylo ověřeno, že projekt splňuje podmínky pro jeho realizaci. Činnosti byly pravidelně kontrolovány a časově ohraničeny v harmonogramu a v akčním plánu.

Implementací softwaru Q-LanYs se snížila pracovní vytíženost v rámci vyhodnocování dat a způsobilostí na lince BMW. Byla odstraněna kořenová příčina vzniku vícenákladů na neshodné výrobky při výrobě vodních ventilů a tím také došlo k zefektivnění výrobního procesu. Proces výroby se stal lépe sledovatelným a snížila se doba mezi vznikem neshody nebo změny v procesu a zjištěním tohoto faktu odpovědnými pracovníky.

Závěrečná část této diplomové práce byla věnována zhodnocení přínosů, které vznikly realizací projektu a implementací softwaru Q-LanYs.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AVDAKOVIČ, Samir, 2018. *Advanced Technologies, Systems, and Applications III: Proceedings of the International Symposium on Innovative and Interdisciplinary Applications of Advanced Technologies (IAT)*. Springer, 590 s. ISBN 978-3-030-02577-9.
- BADIRU, Adeji B, 2013. *Handbook of Industrial and Systems Engineering*. Second edition. CRC Press, 1476 s. ISBN 978-1-466-51504-8.
- DOLEŽAL, Jan, Jiří KRÁTKÝ a Ondřej CINGL, 2013. *5 kroků k úspěšnému projektu: 22 šablon klíčových dokumentů a 3 kompletní reálné projekty*. Grada Publishing a.s., 181 s. ISBN 978-80-247-4631-9.
- DOLEŽAL, Jan a Jiří KRÁTKÝ, 2016. *Projektový management v praxi: Naučte se řídit projekty!*. Grada Publishing a.s., 176 s. ISBN 978-80-2475-693-6.
- DOMANSKY, Leon R. and Lillian V WILLIAMS, 2006. *Automobile Industry: Current Issues*. Nova Publishers, 218 s. ISBN 978-1-594-54686-0.
- DUFFUAA, S., A. RAOUF a John Dixon CAMPBELL, 1999. *Planning and control of maintenance systems: modeling and analysis*. New York: Wiley, s. 371. ISBN 978-0-471-17981-8.
- DWYER, Judith, Pauline STANTON and Valerie THIESSEN, 2004. *Project Management in Health and Community Services: Getting Good Ideas to Work*. Psychology Press, 200 s. ISBN 978-0-415-34053-3.
- FILIP, Ludvík, Jiří ŠEBESTÍK, 2017. *(NE)KVALITA aneb pravdivý příběh kvalit*. TZ-one, 254 s. ISBN 978-80-753-9049-3.
- GOTH, Martin, 2005. *Management jakosti v automobilovém průmyslu: Zajišťování kvality před sériovou výrobou: Systémová FMEA*. Praha: Česká společnost pro jakost, 78 s. ISBN 80-02-01682-3.
- GOTH, Martin, 2005. *Zajišťování kvality před sériovou výrobou: zajišťování kvality během realizace produktu: metody a postupy*. Praha: Česká společnost pro jakost, 130 s. ISBN 80-02-01682-3.

- HENERIC, Oliver, Georg LICHT and Wolfgang SOFKA, 2006. *Europe's Automotive Industry on the Move: Competitiveness in a Changing World*. Springer Science & Business Media, 275 s. ISBN 978-3-790-81644-0.
- HORSKÁ, Viola, 2009. *Koučování ve školní praxi*. Grada Publishing a.s., 174 s. ISBN 978-80-247-2450-8.
- HOYLE, David, 2000. *Automotive Quality Systems Handbook*. Elsevier, 560 s. ISBN 978-0-080-49970-3.
- JANIŠOVÁ, Dana a Mirko KŘIVÁNEK, 2013. *Velká kniha o řízení firmy: Praktické postupy pro úspěšný rozvoj organizace*. Grada Publishing a.s., 400 s. ISBN 978-80-2474-337-0.
- KAISER, Abhinav Krishna, 2018. *Reinventing ITIL® in the Age of DevOps: Innovative Techniques to Make Processes Agile and Relevant*. Apress, 306 s. ISBN 978-1-484-23976-6.
- KAVAN, Michal, 2002. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Třetí doplněné vydání. V Praze: C. H. Beck, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- MEDLÍKOVÁ, Olga, 2013. *Lektorské dovednosti - Manuál úspěšného lektora*. Druhé doplněné vydání. Grada Publishing a.s., 172 s. ISBN 978-8-024-74336-3.
- MICHÁLEK, Jiří, 2011. *Základy statistického myšlení*. Praha: Česká společnost pro jakost, 70 s. ISBN 978-80-02-02327-2.
- NENADÁL, Jaroslav a kolektiv, 2017. *Moderní management jakosti*. Management Press, Albatros Media a.s. 380 s. ISBN 978-80-726-1392-2.
- PONTING, Clive, 2018. *Zelené dějiny světa: Životní prostředí a kolaps velkých civilizací*. Karolinum Press, 478 s. ISBN 978-8-024-62496-9.
- QIU, Peihua, 2014. *Introduction to statistical process control*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 520 s. ISBN 978-1-4398-4799-2.

- SALVENDY, Gabriel, 2001. *Handbook of industrial engineering*. Third edition. New York: Wiley, 2796 s. ISBN 978-0-470-24182-0.
- SHIMBUN, Nikkan Kogyo, 1989. *Poka-Yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects*. CRC Press, 304 s. ISBN 978-0-915-29931-7.
- SYNEK, Miloslav, 2007. *Manažerská ekonomika*. Čtvrté aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada, 452 s. ISBN 978-80-247-1992-4.
- TICHÝ, Milík, 2006. *Ovládání rizika: analýza a management*. Praha: C.H. Beck, 396 s. ISBN 978-80-717-9415-8.
- TISBURY, Jason, 2014. *Your 60 Minute Lean Business – Jidoka*. Lulu.com, 53 s. ISBN 978-1-312-65754-0.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- TOMEK, Gustava Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Grada Publishing a.s., 368 s. ISBN 978-80-2479-107-4.
- VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, a kolektiv, 2013. *Podnikové řízení*. Grada Publishing a.s., 688 s. ISBN 978-8-024-78682-7.
- VEBER, 2007. Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. Druhé aktualizované vydání Praha: Grada. 201 s. ISBN 978-80-247-1782-1.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČSJ	- Česká společnost pro jakost
LSL	- Lower Specification Limit
NOK díl	- Výrobek neodpovídající výkresové specifikaci nebo předepsané funkčnosti
OK díl	- Výrobek odpovídající výkresové specifikaci nebo předepsané funkčnosti
PI	- Průmyslové inženýrství
QR kód	- Dvojměrný kód zapisovaný do čtverce
SPC	- Statistic Process Control (Statistická kontrola procesu)
USL	- Upper Specification Limit

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Propojení okruhů řešených systémovým inženýrstvím	14
Obrázek 2 - Podnikový výrobní systém.....	17
Obrázek 3 - Tři roviny práce moderátora	19
Obrázek 4 - Kostra Ishikawova diagramu	25
Obrázek 5 - Příklad histogramu	30
Obrázek 6 - Organizační struktura společnosti.....	33
Obrázek 7 - Výběr z výrobního portfolia společnosti WOCO STV s.r.o.	34
Obrázek 8 - Poloautomatická montážní linka BMW	36
Obrázek 9 - Ventil B se znázorněným směrem průchodu kapaliny	37
Obrázek 10 - Layout linky BMW	38
Obrázek 11 - Sperrlager ve společnosti WOCO STV s.r.o.	39
Obrázek 12 - Přípravek pro vkládání dílů.....	40
Obrázek 13 - Spodní díl v přípravku	40
Obrázek 14 - Uložení plastového kroužku na spodní díl.....	40
Obrázek 15 - Vložka nasazená na lisovacím trnu.....	40
Obrázek 16 - Gumový kroužek na montážním trnu	41
Obrázek 17 - Postupné vkládání dílů při montáži tyčky.....	41
Obrázek 18 - Nasazení pružiny a kovového dílu na tyčku	42
Obrázek 19 - Postup montáže těsnění na zanýtovanou sestavu.....	43
Obrázek 20 - Kompletace ventilu	44
Obrázek 21 - Příprava ventilu na sešroubování	44
Obrázek 22 - Vložení šroubů a postup šroubování.....	45
Obrázek 23 - Zajištění sestavy pomocí páky	45
Obrázek 24 - QR kód	46
Obrázek 25 - Zákaznické balení vodních ventilů	46
Obrázek 26 - Posunutí trendu naměřených dat k horní toleranční mezi.....	51
Obrázek 27 - Světelná signalizace na lince BMW	71
Obrázek 28 - Hardwarová základna linky BMW pro spuštění softwaru Q-LanYs přímo na lince.....	74
Obrázek 29 - Kontrolní plány v softwaru Q-LanYs	75

Obrázek 30 - Prvotní zobrazení dat v softwaru Q-LanYs před nastavení regulačních mezí	77
Obrázek 31 - Regulační meze a jejich zpřísnování.....	77
Obrázek 32 - Přihlašovací menu Q-LanYs	78
Obrázek 33 - Pracovní prostředí v softwaru Q-LanYs	79
Obrázek 34 - Pracovní plocha v záložce náhled	80
Obrázek 35 - Zobrazení nastavených regulačních mezí, tolerančních mezí a zobrazení NOK kusů v softwaru Q-LanYs	81
Obrázek 36 - Karta SPC pro analýzu způsobilosti procesu	82
Obrázek 37 - Možnost výběru předdefinovaných akcí.....	82
Obrázek 38 - Zobrazení naměřených hodnot nad mezí zásahu	85

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Definice zkratky SMART	22
Tabulka 2 - Produkce vodních ventilů na lince BMW v první polovině roku 2018.....	37
Tabulka 3- ABC analýza k nákladům na neshodné výrobky při výrobě na lince BMW	47
Tabulka 4 - SWOT analýza projektu	61
Tabulka 5 - FMEA analýza rizik před nápravnými opatřeními	64
Tabulka 6 - FMEA analýza rizik po nápravných opatřeních	67
Tabulka 7 - Souhrn nákladů pro realizaci projektu Q-LanYs.....	72
Tabulka 8 - Výběr parametrů pro statistickou kontrolu procesu na lince BMW	76

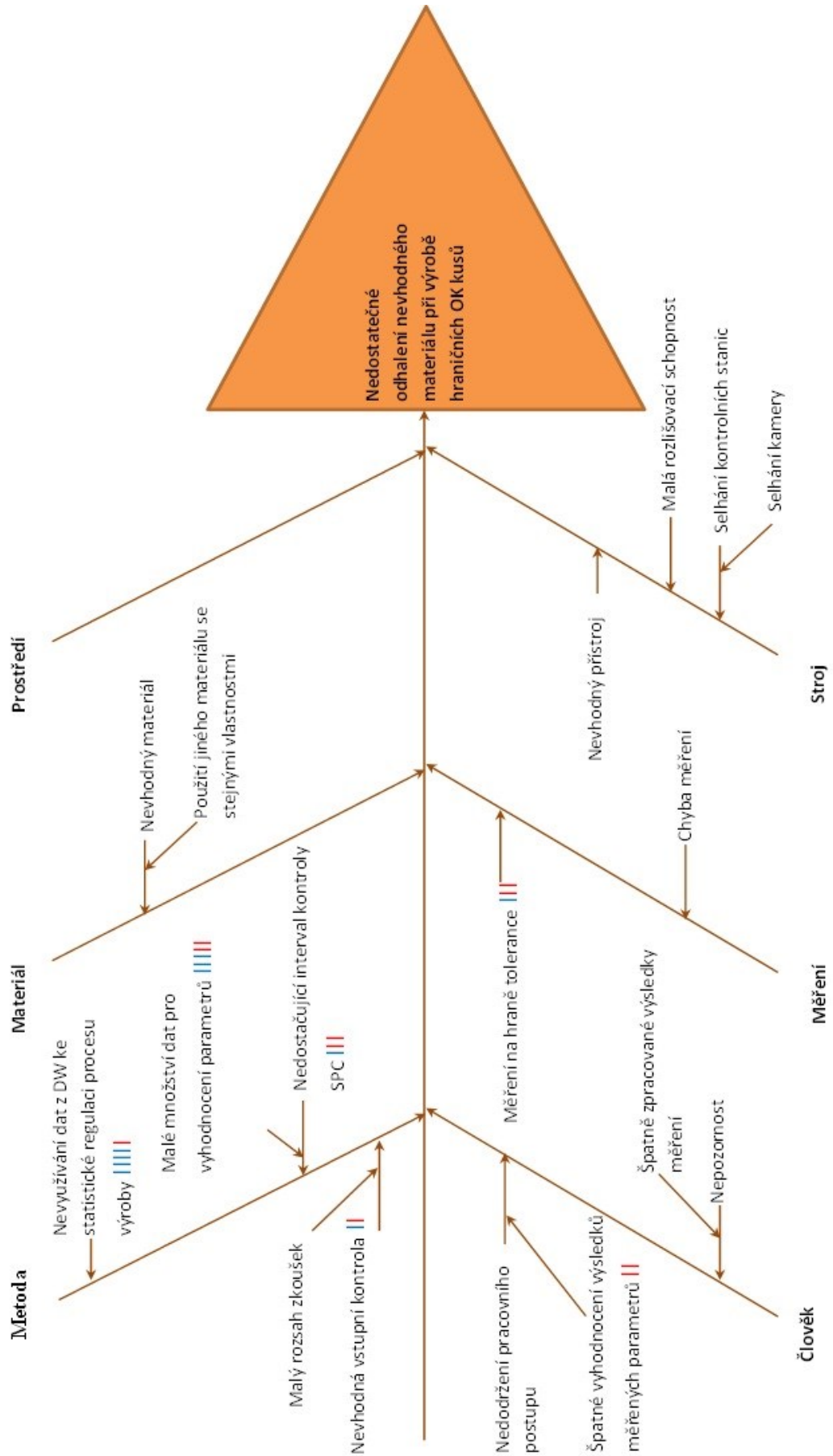
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Ishikawův diagram

Příloha P II: Harmonogram projektu

Příloha P III: Akční plán

PŘÍLOHA P I: ISHIKAWŮV DIAGRAM



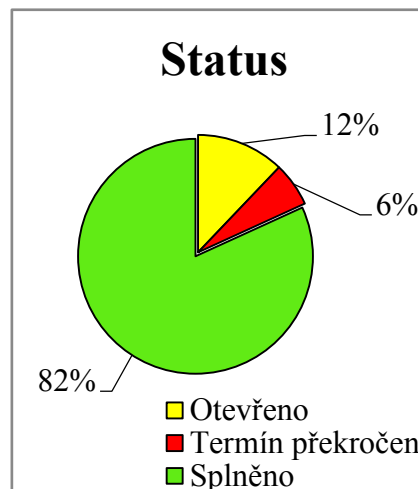
PŘÍLOHA P II: HARMONOGRAM PROJEKTU

Blok	Číslo	Činnost	Zodpovídá	Provedl	Začátek	Konec	Splněno	Plnění plánu
	0	Vytvoření harmonogramu	Tým	Tým	6.8.2018	10.8.2018	10.8.2018	-
A	1	Analýza projektu	Šenkeřík	Šenkeřík	6.8.2018	10.8.2018	10.8.2018	-
	1_1	SWOT analýza	Šenkeřík	Šenkeřík	6.8.2018	7.8.2018	7.8.2018	-
	1_2	Metoda SMART	Šenkeřík	Šenkeřík	8.8.2018	8.8.2018	8.8.2018	-
	1_3	FMEA analýza	Šenkeřík	Šenkeřík	9.8.2018	10.8.2018	10.8.2018	-
Stav	Plnění plánu							
B	2	Prezentace výsledků analýz	Šenkeřík	Šenkeřík	14.8.2018	14.8.2018	14.8.2018	-
	3	Q-LanYs prezentace	Šenkeřík	Q-LanYs	20.8.2018	20.8.2018	20.8.2018	-
	4	Specifikace poptávky	Šenkeřík	Tým	21.8.2018	24.8.2018	23.8.2018	+ 1 den
	4_1	Odeslání poptávky	Šenkeřík	Nákup	24.8.2018	24.8.2018	23.8.2018	+ 1 den
	5	Obdržení nabídky	Šenkeřík	Q-LanYs	24.8.2018	29.8.2018	29.8.2018	-
	6	Návratnost investice	Šenkeřík	Šenkeřík	6.8.2018	29.8.2018	29.8.2018	-
	7	Vystavení workflow na schválení investice	Šenkeřík	Šenkeřík	29.8.2018	29.8.2018	29.8.2018	-
	7_1	Schválení investice	WOCO STV	WOCO STV	29.8.2018	11.9.2018	14.9.2018	- 3 dny
	8	Příprava smlouvy	Q-LanYs	Q-LanYs	11.9.2018	18.9.2018	18.9.2018	-
	8_1	Podpis smlouvy	WOCO STV	WOCO STV + Q-LanYs	18.9.2018	21.9.2018	20.9.2018	+ 1 den

Stav	Plnění plánu + 1 den							
C	9	Příprava na implementaci softwaru	Šenkeřík	Tým + Q-LanYs	6.8.2018	27.9.2018	1.10.2018	- 2 dny
	9_1	Zvolení administrátora softwaru	Šenkeřík	Šenkeřík + WOCO STV	29.8.2018	31.8.2018	31.8.2018	-
	9_2	Školení základů statistiky pro administrátora	WOCO STV	ČSJ	3.9.2018	4.9.2018	4.9.2018	-
	9_3	Vytvoření můstku mezi DW a softwarem	Q-LanYs	Q-LanYs + IT	21.9.2018	27.9.2018	1.10.2018	- 2 dny
	9_3_1	Přizpůsobení softwaru požadavkům	Šenkeřík	Q-LanYs	24.9.2018	26.9.2018	26.9.2018	-
Stav	Plnění plánu - 2 dny							
D	10	Implementace softwaru	Šenkeřík	Q-LanYs + IT	3.10.2018	12.10.2018	10.10.2018	+ 2 dny
Stav	Plnění plánu + 2 dny							
E	11	Nastavení prvotních kontrolních plánů	Šenkeřík	Šenkeřík	12.10.2018	19.10.2018	17.10.2018	+ 2 dny
	11_1	Výběr kontrolovaných parametrů	Tým	Tým	12.10.2018	17.10.2018	17.10.2018	-
	12	Sledování prvotních dat	Šenkeřík	Tým	19.10.2018	30.11.2018	30.11.2018	-
	12_1	Úprava regulačních mezí dle sledování dat a trendů	Šenkeřík	Šenkeřík	1.11.2018	30.11.2018	30.11.2018	-
	13	Stahování regulačních mezí k trendu u jednotlivých parametrů	Šenkeřík	Šenkeřík	30.11.2018	31.1.2019	31.1.2019	-
Stav	Plnění plánu							
F	14	Zhodnocení plnění cíle projektu	Šenkeřík	Tým	19.10.2018	1.2.2019	1.2.2019	-
	15	Zhodnocení zefektivnění výrobního procesu -> splnění cíle projektu	Šenkeřík	Šenkeřík	1.10.2018	30.4.2019	14.2.2019	+ 56 dní
	16	Prezentace společnosti o dosažení cíle	Šenkeřík	Šenkeřík	3.5.2019	3.5.2019	otevřeno	
Stav	Plnění plánu - otevřeno (cíl splněn 14.2.2019)							

Akční plán

Téma	Projekt- Q - LanYs - statistické vyhodnocování a kontrola procesních dat
Popis tématu	Chtěli bychom systém aplikovat na výrobní linku BMW, kde evidujeme v procesu výroby zvýšené množství nákladů na NOK výrobky. Jedná se o poloautomatickou montáž složenou z více výrobních procesů (ultrazvukové svařování, šroubování, lisování) a z více kontrolních procesů (měření výšky, měření těsnosti). Veškerá procesní data jsou automaticky ukládána do databáze. Z celého výrobního procesu jsme vybrali cca 16 znaků, u kterých bychom chtěli aplikovat online vyhodnocování statistické regulace. Naše představa je mít vizualizaci přímo na lince a online přístup k datům pro definované pracovníky.
Vystaveno	13.8.2018
Poznámka	Dodavatel softwaru Q-LanYs
Aktualizováno	5.3.2019
Vystavil	Bc. A. Šenkeřík
Tým WOCO STV	Vedoucí projektu – Bc. A. Šenkeřík Technolog, Seřizovač, Technik kvality, Operátor, Pracovník vyhodnocující SPC, IT
Informován o průběhu	Vedení společnosti



Status	Body	%
Otevřeno	4	12,12%
Termín překročen	2	6,06%
Splněno	27	81,82%
Celkem	33	100,00%

Legenda: O = Otevřeno ; X = Termín překročen ; C = Splněno

Bod	Téma	Zodpovědný	Společnost	Zahájení	Termín	Uzavřeno	Status	Poznámka
	Kick-off proběhl 13.8.2018							
	Vedení akčního plánu a pozvánek na schůzky	Šenkeřík	WOCO STV					
1	Přípravit výsledky analýz projektu k prezentaci vedení společnosti	Šenkeřík	WOCO STV	13.8.2018	14.8.2018	13.8.2018	c	
2	Vytvoření harmonogramu	Tým	WOCO STV	6.8.2018	14.8.2018	14.8.2018	c	
3	Definování parametrů, které budou sledovány	Technik kvality	WOCO STV	6.8.2018	14.8.2018	10.8.2018	c	
4	Průběžná informovanost vedení společnosti	Šenkeřík Tým	WOCO STV	14.8.2018	3.5.2019		o	
5	Sledování procesu schválení workflow investice	Tým	WOCO STV	29.8.2018	11.9.2018	14.9.2018	x	Zajištěno dřívější zpracování smlouvy viz. následující úkol
6	Zajistit dřívější zpracování smlouvy firmou Q-LanYs -> v návaznosti na harmonogram	Šenkeřík	WOCO STV	12.9.2018	18.9.2018	18.9.2018	c	Dohnán vzniklý třídení skluz
7	Zajištění odborného školení pro p. Šenkeříka pro SPC	Šamaj	WOCO STV	14.8.2018	20.8.2018	20.8.2018	c	Objednání dvou-denního školení základů statistických metod v Praze
8	Zajištění ubytování v Praze	Šenkeřík	WOCO STV	20.8.2018	21.8.2018	20.8.2018	c	

Legenda: O = Otevřeno ; X = Termín překročen ; C = Splněno

Bod	Téma	Zodpovědný	Společnost	Zahájení	Termín	Uzavřeno	Status	Poznámka
9	Zajištění vozidla pro cestu do Prahy	Šenkeřík	WOCO STV	20.8.2018	21.8.2018	21.8.2018	c	
10	Odborné školení základů statistických metod	Vedení společnosti	WOCO STV	3.9.2018	4.9.2018	4.9.2018	c	
11	Informovat společnost Q-LanYs o možnosti zpracovat můstek a předat kontakt na IT oddělení	Šenkeřík	WOCO STV	21.9.2018	21.9.2018	21.9.2018	c	
12	Ověřit možnost implementace Q-LanYs v kratším termínu	Šenkeřík	WOCO STV	27.9.2018	3.10.2018	1.10.2018	c	Zahájení implementace o 2 dny dříve z důvodu vzniklého skluzu při tvorbě můstku.
13	Zvětšit velikost vykreslených bodů v grafech softwaru	Q-LanYs	Q-LanYs	24.9.2018	26.9.2018	26.9.2018	c	
14	Zasedací místnost pro pracovníka Q-LanYs a oddělení IT pro dny implementace	Šenkeřík	WOCO STV	26.9.2018	26.9.2018	26.9.2018	c	
15	Zajistit obědy pro pracovníka Q-LanYs	Technolog	WOCO STV	26.9.2018	26.9.2018	26.9.2018	c	
16	Sjednocení chodu dat z DW do Q-LanYs	Q-LanYs	Q-LanYs	2.10.2018	3.10.2018	3.10.2018	c	
17	Provozní deníky – zjistit, zda lze v softwaru dopisovat poznámku, jak byla odchylka řešena	Šenkeřík	WOCO STV	2.10.2018	2.10.2018	2.10.2018	c	V softwaru je možnost zapisování poznámek ke změnám.

Legenda: O = Otevřeno ; X = Termín překročen ; C = Splněno

Bod	Téma	Zodpovědný	Společnost	Zahájení	Termín	Uzavřeno	Status	Poznámka
18	Zajištění dopravy do společnosti Fiborex	Technik kvality	WOCO STV	24.9.2018	24.9.2018	25.9.2018	x	Zajištěno náhradní firemní vozidlo 25.9.
19	Návštěva ve Fiborex -> využívají Q-LanYs cca 2 roky	Šenkeřík + Prac. vyhod. SPC	WOCO STV	27.9.2018	10.10.2018	10.10.2018	c	Možnost další spolupráce a výměny zkušeností
20	Školení na práci se softwarem Q-LanYs	Q-LanYs	Q-LanYs	1.10.2018	12.10.2018	5.10.2018	c	
21	Vytvořit v Q-LanYs kontrolní plány (podle školení + informací z firmy Fiborex)	Šenkeřík	WOCO STV	12.10.2018	19.10.2018	19.10.2018	c	Bez kontrolních plánů v Q-LanYs nebudou zaznamenávány žádná data a nebude možné nic analyzovat
22	Zjistit nominální hodnoty a tolerance u vybraných parametrů pro sledování	Technolog	WOCO STV	1.10.2018	12.10.2018	10.10.2018	c	
23	Ověřit termín další výroby na BMW	Technolog	WOCO STV	1.10.2018	5.10.2018	3.10.2018	c	
24	Schůzka u linky - školení na práci s Q-LanYs pro členy, kteří se neúčastnili školení od dodavatele softwaru	Šenkeřík	WOCO STV	19.10.2018	19.10.2018	19.10.2018	c	
25	Analyzovat první data + konzultace s týmem	Šenkeřík	WOCO STV	30.11.2018	5.12.2018	5.12.2018	c	

Legenda: O = Otevřeno ; X = Termín překročen ; C = Splněno

Bod	Téma	Zodpovědný	Společnost	Zahájení	Termín	Uzavřeno	Status	Poznámka
26	Na základě prvního pohledu na data svolat další schůzku s týmem a představit jim aktuální možnosti Q-LanYs + dohodnout se s technologem a technikem kvality na dalším postupu	Šenkeřík	WOCO STV	5.12.2018	12.12.2018	11.12.2018	c	
27	Jaké akce a v jakých situacích budeme využívat	Tým	WOCO STV	11.12.2018	30.5.2019		o	Nutno sledovat delší období pro správné definování akcí
28	Rozdělení práv pro používání Q-LanYs	Šenkeřík	WOCO STV	19.10.2018	19.10.2018	19.10.2018	c	
29	P. Mužný + IT - odsouhlasit si, jakým způsobem budou data z ručního měření nahrávána do DW a do Q-LanYs	IT	WOCO STV	5.10.2018	26.10.2018	26.10.2018	c	Způsob schválený -> realizace otevřená
30	Schválení investice do předchozího bodu 29	Vedení společnosti	WOCO STV	26.10.2018	10.5.2019		o	
31	Schůzky v případě hlášení překročení regulačních mezí nastavených v Q-LanYs	Tým	WOCO STV	31.1.2019	31.1.2020		o	
32	Analýza dat při překročení regulačních mezí u parametru 12 vnější těsnost	Tým	WOCO STV	14.2.2019	14.2.2019		c	Odhalení chyby měření a tvorby pseudo NOK dílů
33	Nastavení první akce v případě výskytu stejného problému jako vznikl u bodu 32	Šenkeřík	WOCO STV	15.2.2019	15.2.2019	15.2.2019	c	Akce - restart stanice 9