

Realizace projektu Lean Six Sigma ve firmě XY

Bc. Jan Osička

Diplomová práce
2015

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Osička**
Osobní číslo: **M120107**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Realizace projektu Lean Six Sigma v podniku XY**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu procesu výroby a kontroly kvality na lince BMS.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte ideový záměr, který povede k eliminaci kontroly kvality prováděné externí firmou.
- Realizujte projekt na základě metodické struktury DMAIC.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

PLURA, Jiří. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1.

SHINGO, Shigeo a Andrew P DILLON. A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Rev. ed. Cambridge, Mass.: Productivity Press, c1989, xxxiv, 257 s. ISBN 09-152-9917-8.

TAYLOR, Gerald M. Lean six sigma service excellence: a guide to green belt certification and bottom line improvement. Ft. Lauderdale, Fla.: J. Ross Pub., c2009, xix, 289 s. ISBN 978-160-4270-068.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.

WILSON, Lonnie. How to implement lean manufacturing. New York: McGraw-Hill, c2010, xv, 316 s. ISBN 978-0-07-162507-4.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavlína Pivodová
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 16. února 2015
Termín odevzdání diplomové práce: 27. dubna 2015

Ve Zlíně dne 16. února 2015


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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/bakalářskou 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/bakalářské 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/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské 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,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá realizací Lean Six Sigma projektu ve firmě XY. V teoretické části jsou zpracována teoretická východiska, která jsou v následujících částech aplikována v praxi. Obsahem praktické části je zpracování reálného projektu, který je veden pomocí metodiky DMAIC. Analytická část zahrnuje fáze Definovat, Měřit a Analyzovat a jejím výstupem jsou navržená řešení k implementaci. Obsahem projektové části diplomové práce jsou fáze Zlepšit a Řídit a jejím výstupem je aplikace navržených řešení.

Klíčová slova:

Lean Six Sigma, DMAIC, MOST, mapování toku hodnot, MSA

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is the realization of Lean Six Sigma project in company XY. The theoretical part of the thesis defines terms and foundations used and implemented in further practical parts of the thesis. The content of practical part is the real project implementation managed by DMAIC method. The analytic part contents following sections of DMAIC method: Define, Measure and Analyze. The project part describes the two last section of DMAIC: Implement and Control, and is about implementation of suggested solutions found out in previous analytic part.

Keywords:

Lean Six Sigma, DMAIC, MOST, Value Stream Mapping, MSA

Děkuji všem členům týmu, hlavně pak Pavlíně Pivodové za odborné vedení, cenné rady a ochotu spolupracovat na tomto projektu.

Speciální poděkování pak patří mé ženě Sylvii a Filipu Topolovi.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

„Čím promyšleněji lidé jednají, tím účinněji je může postihnout náhoda.“

Friedrich Dürrenmatt

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	12
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 LEAN PRODUCTION	15
1.1 7 DRUHŮ ZTRÁT	15
1.2 HODNOTA PRO ZÁKAZNÍKA	16
1.3 SYSTÉM VÝROBY TPS	16
2 SIX SIGMA	18
2.1 REALIZACE STRATEGIE SIX SIGMA	20
2.2 LEAN SIX SIGMA	21
3 DMAIC	22
3.1 FÁZE DEFINOVAT (DEFINE).....	22
3.1.1 Hlas zákazníka (VOC)	22
3.1.2 Technika SMART	24
3.1.3 Projektový tým, projektová listina	25
3.1.4 RIPRAN (Risk Project Analysis).....	26
3.1.5 Analýza přidané hodnoty	28
3.1.6 Analýza kritické cesty – metoda CPM.....	30
3.2 FÁZE MĚŘIT (MEASURE).....	31
3.2.1 Analýza systému měření (MSA).....	32
3.2.2 MSA pro diskrétní data	32
3.2.3 Stanovení Kappa	33
3.2.4 Výpočet Kappa.....	33
3.3 FÁZE ANALYZOVAT (ANALYZE)	34
3.3.1 Analytické techniky	34
3.3.2 Brainstorming.....	34
3.3.3 Ishikawův diagram	35
3.3.4 Paretův graf	36
3.4 FÁZE ZLEPŠOVAT (IMPROVE)	37
3.5 FÁZE ŘÍDIT (CONTROL).....	38
3.5.1 Regulační diagramy pro atributivní data.....	38
4 MĚŘENÍ PRÁCE	40
4.1.1 Systém předem určených časů (Predetermined Motion Time Systems – PMTS).....	40
4.1.2 MOST.....	41
4.1.3 Basic MOST	41
II PRAKTICKÁ ČÁST	44
5 FIRMA XY	45

5.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE O FIRMĚ	45
5.2	POSLÁNÍ SPOLEČNOSTI	46
5.3	ZÁKAZNÍCI SPOLEČNOSTI	46
5.4	SYSTÉM MANAGEMENTU JAKOSTI	47
5.5	NEUSTÁLÉ ZLEPŠOVÁNÍ VE FIRMĚ XY.....	48
5.6	DEFINOVANÉ CÍLE ORGANIZACE V OBLASTI KVALITY	48
5.7	SWOT ANALÝZA	49
6	VÝROBNÍ LINKA BMS	50
6.1	FUNKCE SESTAVY BMS V AUTOMOBILU:	51
6.2	LAYOUT LINKY BMS	51
6.3	TECHNOLOGICKÝ POSTUP.....	52
6.3.1	První část linky – výroba plastového obštíku	52
6.3.2	Druhá část linky – výroba finálních podsestav	53
7	FÁZE DEFINOVAT	55
7.1	DEFINICE PROBLÉMU	55
7.2	DEFINICE NESHODY NESPRÁVNÉ POZICE PINŮ	55
7.3	DEFINICE OSTATNÍCH NESHOD	56
7.4	CÍL PROJEKTU.....	56
7.5	STANOVENÍ TÝMU	56
7.6	ČASOVÝ PLÁN PROJEKTU.....	56
7.7	PROJEKTOVÁ LISTINA	57
7.8	RIZIKOVÁ ANALÝZA PROJEKTU	59
7.9	STANOVENÍ KRITICKÉ CESTY	60
8	FÁZE MĚŘIT	63
8.1	100% KONTROLA PROVÁDĚNÁ EXTERNÍ FIRMOU.....	63
8.2	TECHNOLOGICKÝ POSTUP 100% KONTROLY	63
8.3	FÁZE MĚŘIT – ŠPATNÁ POZICE PINŮ	64
8.3.1	MSA kontroly a dorovnávání pinů pracovníky externí kontroly	64
8.3.2	Zhodnocení analýzy kontrolního systému	68
8.4	FÁZE MĚŘIT – OSTATNÍ NESHODY	68
8.4.1	Analýza přijatých reklamací a sběrných karet neshodné výroby.....	68
8.4.2	Získání hlasu zákazníka	70
8.4.3	Zhodnocení analýz sběrných karet neshod a přijatých reklamací.....	72
9	FÁZE ANALÝZA.....	74
9.1	FÁZE ANALÝZA - NESPRÁVNÁ POZICE PINŮ	74
9.1.1	Ověření zamýšleného kontrolního mechanismu	74
9.1.2	Umístění kontrolního mechanismu	76
9.1.3	Výpočet využitelného časového fondu jednotlivých pracovišť	77
9.1.4	Výpočet zákaznického takt time	77
9.1.5	Stanovení cyklus časů jednotlivých pracovišť	78
9.1.6	Vliv aplikace kontroly a dorovnávání pozice pinů na pracoviště 344	79
9.1.7	Zhodnocení fáze analýza – nesprávná pozice pinů	82

9.2	FÁZE ANALÝZA – OSTATNÍ NESHODY	82
9.2.1	Stanovení nejzávažnějších neshod	82
9.2.2	Analýza neshody: neúplné balení.....	84
9.2.3	Analýza neshody: kovová špona v plastovém obštířku	86
9.2.4	Analýza neshody: chybějící identifikační štítek	89
9.2.5	Zhodnocení fáze analýza – ostatní neshody.....	90
10	FÁZE ZLEPŠENÍ.....	91
10.1	FÁZE ZLEPŠENÍ – NESPRÁVNÁ POZICE PINŮ	91
10.1.1	Úprava pracovního postupu	91
10.1.2	Zaškolení operátorů.....	91
10.1.3	Určení kontrolního mechanismu pro ověření funkčnosti kontroly	92
10.1.4	Výběr pilotního výrobku	93
10.1.5	Zhodnocení fáze zlepšení – nesprávná pozice pinů	95
10.2	FÁZE ZLEPŠENÍ – OSTATNÍ NESHODY	95
10.2.1	Chybějící štítek, neúplné balení	95
10.2.2	Kovová špona v plastovém obštířku	95
11	FÁZE ŘÍZENÍ	97
11.1	NESHODNÁ POZICE PINŮ	97
11.2	OSTATNÍ NESHODY	98
11.2.1	Vizualizace a úprava pracovních postupů.....	98
11.2.2	Pravidelné audity.....	99
11.2.3	Řízená rotace na pracovištích.....	99
12	VYHODNOCENÍ PROJEKTU	100
12.1	INTERNÍ ZMETKOVITOST (PPM)	100
12.2	INDEX VA	102
12.3	NÁKLADY NA DODATEČNOU KONTROLU	102
	ZÁVĚR	104
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	106
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	109
	SEZNAM OBRÁZKŮ	110
	SEZNAM TABULEK.....	113
	SEZNAM PŘÍLOH.....	114

ÚVOD

Každá firma musí díky současnému konkurenčnímu tlaku vyrábět rychleji, kvalitněji a levněji. Rychleji znamená pružně reagovat na požadavky zákazníka, kvalitněji znamená vyrábět bez chyb a levněji znamená snižovat náklady. Všechny tyto aspekty lze dosáhnout použitím metodiky Lean Six Sigma. Lean Six Sigma v sobě zahrnuje dvě koncepce myšlení: jednak to je Lean, tedy štíhlé myšlení, štíhlá výroba, které je svou podstatou zaměřené na odstraňování plýtvání a činností nepřidávajících hodnotu pro zákazníka. Jednak to je Six Sigma, tedy nástroj, strategie řízení, filozofie, jejímž účelem je systematické a neustálé odstraňování defektů ve výrobě. Páteří tohoto nástroje je pak metodika DMAIC založená na procesním řízení a rozhodování na základě adekvátních dat.

Firma XY je součástí velkého nadnárodního koncernu zabývajícího se produkcí součástek pro automobilový průmysl. Právě v tomto odvětví je zapotřebí být rychlým, pružným a levným dodavatelem, neboť se jedná o odvětví poměrně dynamické, s velkou koncentrací konkurenčních firem. Proto se firma velmi angažuje v aplikaci metod štíhlé výroby, neustálého zlepšování, zavádění programů 5S a TPM, systematickému odstraňování defektů a nepřidané hodnoty.

Tato diplomová práce popisuje skutečně realizovaný Lean Six Sigma projekt ve firmě XY, konkrétně na výrobní lince BMS. Linka produkuje součástky pro start-stop systémy zejména pro automobilky VW, Audi a Porsche. Protože se výroba v minulosti potýkala s velkými kvalitativními problémy, bylo rozhodnuto pro 100% vizuální kontrolu najmout externí firmu, která na základě smlouvy tyto práce provádí a zodpovídá za výstupní kvalitu výrobků linky. Jakkoli se toto rozhodnutí jeví v danou chvíli jako logické (velké množství reklamací, outsourcovaná služba byla levnější, zodpovědnost za kvalitu přecházela na subkontraktorovi) se zaváděním štíhlé výroby byla tato dodatečná kontrola logicky vyhodnocena jako činnost nepřinášející hodnotu a cílem ji bylo eliminovat. Už ze zadání bylo jasné, že to nebude jednoduchý úkol, neboť se jednalo o eliminaci kontroly vizuální, kde nejsou přesně stanovené hranice mezi ještě kvalitním, shodným výrobkem a výrobkem již neshodným. Protože se hranice mezi „dobrým“ a „špatným“ utvářela často operativně, až na základě reklamací, bylo logickým krokem číslo jedna, zjistit přesně, jaká jsou jeho přání a očekávání. Na základě této zpětné vazby byl pak vypracován projekt a vytvořen tým a zároveň – mimoděk – vytvořeno zadání pro tuto diplomovou práci.

Podkladem pro aplikaci Lean Six Sigma metod v praktické části diplomové práce jsou teoretická východiska zpracovaná podle odborné literatury české i zahraniční. Praktická část (rozdělena na část analytickou a projektovou) pak popisuje skutečně realizovaný projekt ve firmě XY.

Lean Six Sigma v sobě zahrnuje obrovské množství metod od postupů k řízení projektu, projektových týmů, metody k výběru a složení projektových týmů, analytické postupy k získání hlasu zákazníka, zmapování procesů, sběru a analýzy dat, ověření systému měření, stanovení klíčových příčin a jejich prioritizaci, vyhodnocení rizik, zavedení trvalých metrik a kontrolních plánů. Vzhledem k náročnosti úkolu bylo od začátku jasné, že bude nutné postupovat pomocí jednotlivých fází DMAIC. Použité metody jsou podrobněji popsány v dalších kapitolách práce.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Jak již bylo řečeno v úvodu, tato diplomová práce se zabývá eliminací 100% vizuální kontroly prováděné ve firmě XY externí firmou. Důvody proč byl ve firmě tento projekt realizován je hned několik:

- Eliminace nákladů vynaložených na dodatečnou kontrolu
- Eliminace činností nepřinášejících přidanou hodnotu (a tím zvýšení indexu přidané hodnoty a zkrácení průběžné doby výroby
- Využití prostor, kde je kontrola prováděna pro jinou, přidanou hodnotu přinášející, činnost

Cílem této diplomové práce bude nalezení alternativního způsobu provádění kontrolních mechanismů linky BMS, který povede k eliminaci nákladů na 100% vizuální kontrolu při zachování daných kvalitativních ukazatelů, nejlépe při zachování daného počtu operátorů a daného prostoru. Diplomová práce, tedy analytická i projektová část, bude realizována přímo ve firmě XY. K dosažení tohoto cíle byl vytvořen realizační tým složený z pracovníků firmy XY a Ing. Pivodové, který se vzhledem k rozsahu a možnému dopadu nesprávně řízeného projektu rozhodl vést projekt pomocí metody DMAIC. Jako datum dokončení projektu byl stanoven březen 2015.

Jednotlivé fáze DMAIC pak automaticky vybízejí k využití poměrně širokého množství metod. Ve fázi Definovat bude především vytvořena projektová listina s jasně definovaným cílem projektu a jeho metrikami. Aby byl projekt maximálně efektivní z pohledu zákazníka, bude vytvořena Kano analýza k jasnému definování jeho potřeb a přání. Dále bude vytvořena riziková analýza, časový plán pomocí Ganttova diagramu a pomocí metody CPM analyzována kritická cesta projektu. Ve fázi Měřit bude vytvořena Value Stream mapa a Flow Chart. Dále bude nutné ověřit vhodnost nastavených kontrolních mechanismů pomocí MSA analýzy. V této fázi bude též analyzován výskyt neshod za rok 2014. Ve fázi Analyzovat bude nutné opět ověřit vhodnost případných nových kontrolních mechanismů pomocí MSA analýzy, zjistit dostupný časový fond jednotlivých pracovišť a takt time linky. K výpočtu cyklus časů a následnému rozboru bude využito MOST analýzy. Příčiny vzniku jednotlivých neshod budou zjišťovány pomocí diagramu příčin a neshod (Ishikawova analýza) a brainstormingu. Výběr případných navrhovaných řešení bude vykonán s pomocí kritériálních tabulek a Paretovy analýzy. Ve fázi Zlepšení bude využito metody ABC pro

výběr pilotního výrobku a dále metodiky TPM. Ve fázi Řízení bude využito především regulačních diagramů pro atributivní data.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LEAN PRODUCTION

Termíny Lean Management a Lean Production pocházejí z Japonska, z období II. světové války. Tyto metody byly vyvinuty Taiichim Ohnem na základě mnoha problémů, kterým muselo japonské hospodářství v této době čelit. Hlavním problémem byla vysoká variabilita v produktech, kterou japonští zákazníci požadovali. Techniky masové výroby, kterou vyvinul Henry Ford k tomu, aby mohl vyrábět ve velkých dávkách identické výrobky (automobily) se pro japonský trh nehodily. Proto byl nastaven systém zvaný Lean, který systematicky minimalizuje plýtvání (muda) v toku hodnot. Muda zahrnuje všechny typy defektních činností, ne pouze defektní výrobu. Taiichim Ohnem bylo identifikováno 7 typů muda, které budou obsahem následující kapitoly (Pyzdek, 2003, str. 705).

Doc. Tuček (2006, str. 226) štíhlou výrobu charakterizuje jako „výrobní koncepci spočívající ve výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka a na poptávku, která je řízena decentralizovaně, prostřednictvím flexibilních pracovních týmů a při nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů. Koncepce vyžaduje od každého zaměstnance vysokou odpovědnost za kvalitu a průběh výroby. Rozhodovací pravomoci jsou v systému štíhlé výroby decentralizovány tak, aby že každý pracovník má právo výrobu přerušit při zjištění chyby“.

1.1 7 druhů ztrát

7 druhů ztrát určila firma Toyota. Tyto ztráty nepřidávají hodnotu pro zákazníka a mohou být vztaženy nejen na výrobní proces, ale také na vývoj a design výrobků či administrativní činnosti a jiné nevýrobní procesy.

Nadvýroba – výroba položek, které zákazník nepožaduje. Tato ztráta vyvolává přezaměstnanost, nadbytečné skladovací a dopravní náklady a nadbytečné zásoby

Čekání – na dokončení času cyklu stroje, na další krok zpracovatelského procesu, nástroj, dodávku, čekání v důsledku vyčerpání zásob, četných zpoždění ve výrobním procesu, z důvodů poruch a prostojů atd.

Doprava, přemístování – z důvodu pracovního procesu rozloženého na velkou vzdálenost, neefektivní přeprava, zbytečné přesuny materiálu atd.

Nadbytečné zásoby – surovin, rozpracované výroby, hotových výrobků mají za důsledek delší průběžné doby výroby, zastarávání zboží či možnost jeho poškození.

Zbytečné pohyby – do této kategorie patří každý ztrátový pohyb, který musí pracovník vykonat – tj. hledání dílů, součástek, nástrojů, natahování se pro nástroje či zbytečná chůze

Nekvalita – výroba neshodných dílů, opravy, předělávky, vyřazené zmetky, náhradní výroba a nadbytečná kontrola představuje ztrátovou manipulaci, ztrátové časy a zbytečné úsilí

Nevyužitá tvořivost zaměstnanců – vznikají v důsledku toho, že management svým zaměstnancům nenaslouchá a nevnímá jejich nápady, nevěnuje se jejich dovednostem a novým zlepšením (Liker, 2008, str. 48).

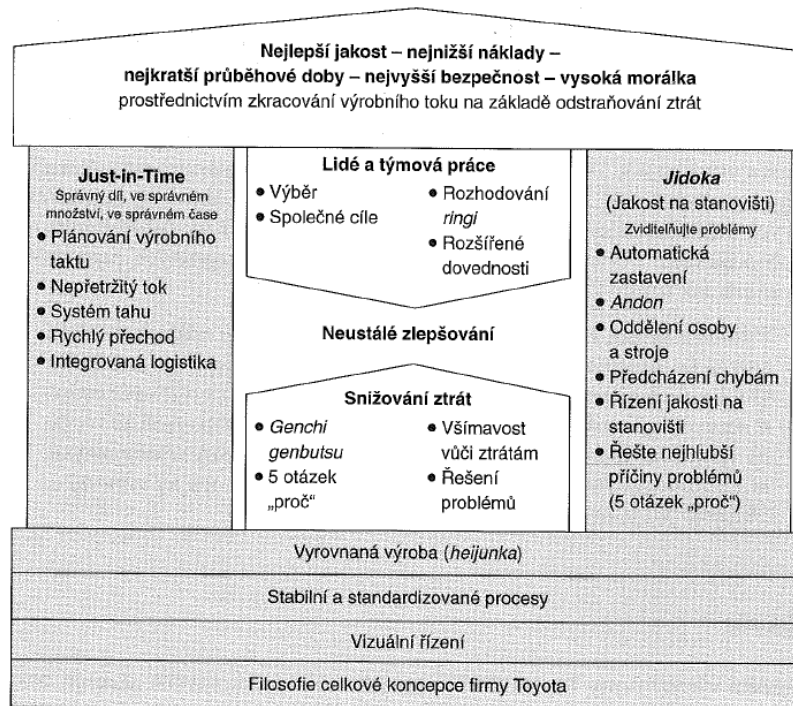
1.2 Hodnota pro zákazníka

Opakem ztrát (muda) je hodnota. Definovat hodnotu lze pomocí odpovědí na následující otázky (Pyzdek, 2003, str. 706):

1. Za co si zákazník přeje platit?
2. Jakými procesy jsou tyto hodnoty tvořeny?
3. Jak každá jednotlivá aktivita v procesu pomáhá k tomu, aby firma vyhověla přáním a potřebám zákazníka?
4. Jaké změny v procesech pomohou tvořit hodnotu efektivněji?
5. Jak se můžeme ujistit, že produkujeme pouze to, co je po nás požadováno?
6. Jak se můžeme stát perfektními ve vytváření hodnoty?

1.3 Systém výroby TPS

Firma Toyota dlouhou dobu uplatňovala a vylepšovala systém na zlepšování procesů (jinak také zvaný TPS – Toyota Production System) bez jakékoli dokumentace, pouze uplatňováním v podmínkách provozní praxe. Až po problémech, týkajících se zavádění těchto technik i u dodavatelů, zavedl Fujio Cho, který byl žákem Taiichiho Ohna grafickou podobu metodiky, která má podobu domu - *Obr. 1*. Stanovenými cíli jsou nejlepší jakost, nejnižší náklady a nejkratší průběhové doby = střecha domu. Dva vnější pilíře představují systém Just-in-Time (JIT) a jidoka, tedy zásada, že vadný díl by neměl být vpuštěn na další pracoviště. Střed systému je tvořen lidmi (Liker, 2008, str. 57).



Obr. 1 Systém výroby firmy Toyota (TPS) (Liker, 2008, str. 58)

2 SIX SIGMA

Strategie Six Sigma byla vyvinuta na začátku 80. let v USA. Poprvé byla zavedena a uplatněna ve firmě Motorola v rámci konkurenčního boje s firmami, které nabízely produkty vyšší jakostní třídy s nižší cenou. Vynálezcem této metodiky je Bill Smith (1929 – 1993), který v Motorole zavedl posuzování kvality na základě měření směrodatných odchylek (Interquality, © 2014). Díky strategii Six Sigma Motorola na trhu výrazně uspěla a díky tomu se tato metodologie rozšířila i do dalších významných světových firem jako například Allied Signal (dnešní Honeywell), General Electric, Polaroid, Sony, Honda, Canon atd. (Plura, 2001, s. 45).

Plura strategii Six Sigma uvádí jako „podnikatelskou strategii, která organizacím umožňuje prudce zlepšit jejich úroveň pomocí plánování a monitorování každodenních podnikatelských aktivit způsobem, který minimalizuje výskyt neshod a potřebné zdroje a zvyšuje spokojenost zákazníka“ (Plura, 2001, s. 45).

Podobnou definici nabízí i docenti Tuček a Bobák: „Six Sigma je metoda zvyšování podnikové jakosti ve všech směrech výroby, služeb nebo dalších obchodních aktivit s cílem nabídnout zákazníkům optimální produkt při minimalizaci nákladů a současném zvyšování zisku. Zároveň ji můžeme chápat jako filozofii řízení.“¹ (Tuček a Bobák, 2006, s. 197).

Gerald M. Taylor v knize Lean Six Sigma (2009, s. 174) popisuje tuto metodiku jako strategii založenou na faktech, na řízení založeném na datech primárně používanou k eliminaci neshod a závad ve výrobních procesech a nevýrobních činnostech. Six Sigma pak definuje ve třech jednoduchých bodech:

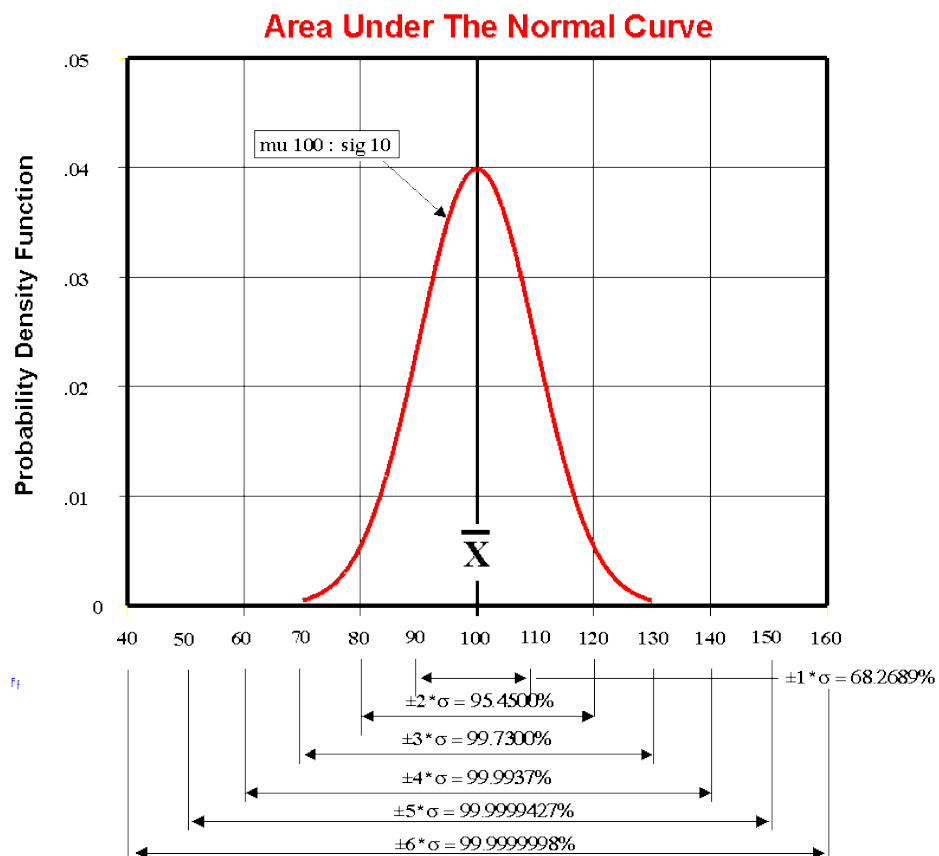
- **Metodu zlepšující kvalitu**, jejímž cílem je dosažení perfektních výsledků v dodávce výrobků a služeb,
- **Manažerskou metodu**, která používá fakta, informace a data potřebná k rozhodování a řízení výkonnosti podniku,

¹ Dle Taylora (2009, s. 174) není možné strategii Six Sigma chápat jako nástroj sloužící k redukci nákladů (přestože dosažení nejvyššího stupně kvality úsporu nákladů přináší), ale jako postup vytvořený primárně pro dosažení nejvyššího stupně zákaznické loajality a vysokého stupně produktivity, tak aby bylo možné se vyhnout úsporným opatřením, které by mohly být pro podnik destruktivními.

- **Metodu k řešení problémů**, pomocí které jsou definovány příčiny těchto problémů a stanovena permanentní řešení.

Dále pak uvádí dva základní postupy, ze kterých Six Sigma čerpá: DMAIC a DFSS (Taylor, 2009, s. 173.). Postup DMAIC bude blíže popsán v následující kapitole této diplomové práce.

Název Six Sixma (nebo také 6σ) je převzatý matematický termín, který je ve statistice používán pro popis variability spojitych dat (Tuček a Bobák, 2006, s. 197). Variabilita poskytuje informace o kolísání normálně rozdělených dat okolo střední hodnoty. Symbol σ je pak používán pro označení směrodatné odchylky, která určuje průměrnou vzdálenost jednotlivých bodů ke střední hodnotě. Hodnota 6σ pak znamená, že se 99,9997% hodnot nachází pod křivkou normálního rozdělení (Gaussova křivka) – viz *Obr. 2*. Této hodnotě pak odpovídá 0,002 PPM (PPM = parts per milion, počet neshod na milion příležitostí).



Obr. 2 Six sigma rozdělení (Barringer and Associates, ©2013)

Ukazatel 6σ má význam především u klíčových procesů, kdy je nutné variabilitu redukovat. V praxi to znamená, že při redukci variability a dosažení hodnoty 6σ se budou všechny hodnoty pohybovat s pravděpodobností 99, 9997 v tolerančním rozpětí a očekávaný počet neshod bude pouze 0,002 jednotek z miliónu příležitostí.

V běžné praxi se pak připouští úroveň kvality $4,5\sigma$, což odpovídá 3,4 PPM. (Tuček a Bobák, 2006, s. 198).²

Za nosný cíl filozofie Six Sigma lze tedy považovat eliminaci výskytu neshod a snahu o dosažení takové způsobilosti procesu, aby střední hodnota sledovaného znaku jakosti byla od nejbližší toleranční hranice vzdálena nejméně šest směrodatných odchylek.

2.1 Realizace strategie Six Sigma

Six Sigma není postupem, který je možné realizovat během krátkého období. Jak napovídá název této podkapitoly Six Sigma je strategickým nástrojem, filozofií řízení činností podniku a oproti jiným přístupům k trvalému zlepšování kvality tedy vyžaduje zapojení zejména vrcholového managementu a musí být zaváděna „shora dolů“.

Realizace strategie Six Sigma zahrnuje těchto osm fází:

- Poznání,
- Definování,
- Měření,
- Analýza,
- Zlepšení,
- Kontrola,
- Standardizace,
- Integrace.

Tuček a Bobák uvádějí jako nejdůležitější fáze etapy od definování po standardizaci (Tuček a Bobák, 2006, s. 199). Plura jako nosné fáze uvádí etapy Definování, Měření, Analýza, Zlepšení a Kontrola (Plura, 2001, s. 44).

² Ve firmě XY bylo cílem v roce 2013 dosáhnout 3,3 PPM.

Taylor (2009, s. 167) pak definuje pouze 5 dílčích fází, které tvoří tzv. **DMAIC model**. Jsou jimi:

- Fáze Definování (Define)
- Fáze Měření (Measure)
- Fáze Analýza (Analyze)
- Fáze Zlepšování (Improve)
- Fáze Řízení (Control)³

2.2 Lean Six Sigma

Lean Six Sigma je kombinací metodik Lean a Six Sigma. Lean se zaměřuje na tvoření hodnoty díky eliminaci plýtvání a aktivit, které nepřidávají hodnotu. Naproti tomu Six Sigma měří kvalitu a zaměřuje se na splnění zákaznických potřeb. Lean sám o sobě nemůže proces statisticky řídit a dosáhnout kvalitativních cílů a Six Sigma sama o sobě nemůže proces zrychlit nebo redukovat plýtvání, které snižuje operativní náklady a zvyšuje kapitál (Aruleswaran, 2009, str. 25).

³ Fáze Control je není chápána ve smyslu „kontroly“, ale ve smyslu „řízení“ upraveného procesu a zahrnuje v sobě kontrolu, standardizaci i integraci procesu.

3 DMAIC

Jak již bylo řečeno v předchozích kapitolách, DMAIC je nezbytnou součástí strategie Six Sigma. DMAIC lze chápat jako nepřetržitý proces (*Obr. 3*) založený na systematickosti, vědeckých poznacích a faktech eliminující neproduktivní kroky a zlepšující schopnost firmy nejlepším v očích jejich zákazníků (Taylor, 2009, s. 178).



Obr. 3 Cyklus DMAIC (Taylor, 2009, s. 178)

3.1 Fáze Definovat (Define)

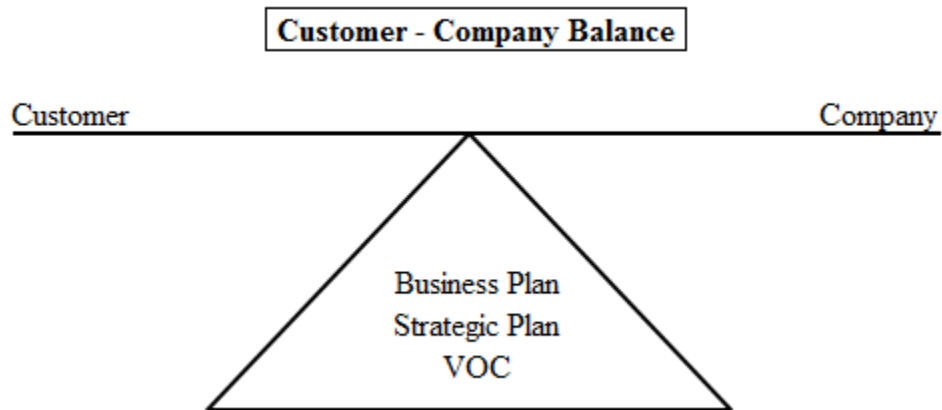
Fáze Definovat je první etapou cyklu DMAIC. Tato fáze bývá označována jako nejkritičtější (Akpolat, 2004, s. 45), neboť pouze správná definice problému může vést k jeho odstranění. Fáze Definovat přináší nutnost zpracovat analýzy mnoha aspektů napříč širokým spektrem činností podniku.

Základním stavebním kamenem této fáze je jasná definice cíle projektu. Správná definice cíle není jednoduchou záležitostí, neboť nezahrnuje pouhý technický popis nějakého stavu. Cíl musí být stanoven tak, aby každý ze zainteresovaných účastníků rozuměl tomu, co má být na konci projektu vyprodukováno, k čemu má projekt sloužit a za jakých podmínek je možné ho dosáhnout. Jedním z nástrojů pro jasné definování cíle slouží technika SMART (Doležal, 2012, s. 65).

3.1.1 Hlas zákazníka (VOC)

Hlas zákazníka (neboli Voice of Customer – VOC) je soubor metod, které slouží k eliminaci rozporů mezi účastníky hodnototvorného procesu. Má-li se podnik úspěšně a dlouhodobě udržet na trhu musí být tvorba užitku pro zákazníka doprovázena získáním

konkurenční výhody na trhu. Podniky tvořící hodnototvorný proces jsou subjekty složené z množství činností, které zároveň sledují společné cíle hodnototvorného procesu a také samostatné cíle organizace (Tomek a Vávrová, 2014, s. 60). Tyto dva pohledy (tedy pohled firmy a pohled zákazníka) musí být v rovnováze - *Obr. 4*.



Obr. 4 Rovnováha mezi cíli zákazníka a podniku (Shillito, 2001, s. 8)

Aby bylo možné převést požadavky zákazníka do výroby, je nutné znát:

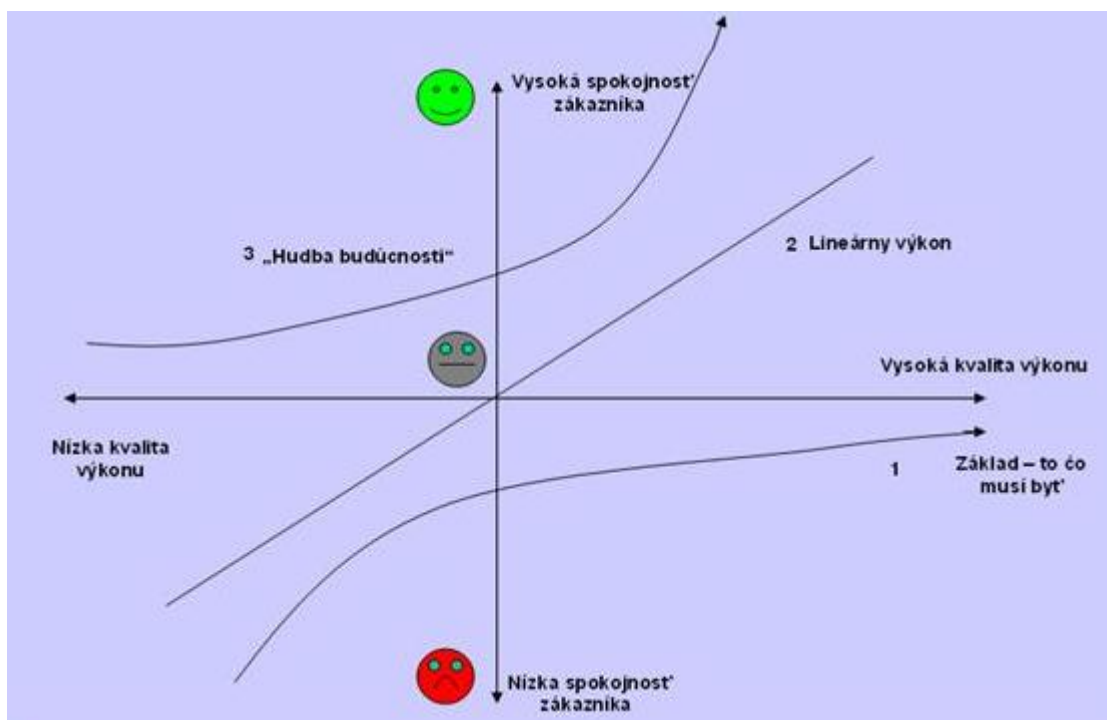
- Všechny atributy produktu
- Atributy přenést do řeči techniků (konstrukce, požadavky na kvalitu)
- Tyto principy přenést do technologie, technické přípravy výroby
- Zajistit požadavky na vstupní materiál
- Připravit a realizovat výrobu
- Realizovat dodávky včetně prodejních, poprodejních a servisních služeb (Tomek a Vávrová, 2014, s. 224)

Model Kano

Tato analýza pomáhá k měření a pochopení hodnot, které zákazník přikládá jednotlivým vlastnostem výrobku, který je dodavatelem předkládán. Metoda slouží především k tomu, že eliminuje rizika toho, že zákazníkům nejsou nabízeny (nebo naopak jsou nadměrně zdůrazňovány) vlastnosti produktu, který zákazník považuje za samozřejmé, nebo k redukci rizik toho, že zákazníkům nejsou nabízeny vlastnosti, které považuje za mimořádně důležité (Svozilová, 2011, s. 174). Kano analýza dále umožňuje stanovit požadavky, které nebyly explicitně stanoveny.

Postup tvorby Kano analýzy

1. Sběr dat při použití všech možných prostředků (pozorování, rozhovory, informace o prodejích, preferencích, doporučeních, průzkumy atd.)
2. Na základě sběru dat vytvoření známých nebo předpokládaných potřeb zákazníků
3. Ohodnocení každé potřeby zákazníkem
4. Segmentace potřeb na základě odpovědí zákazníka do tří skupin (*Obr. 5*):
 - Nutnosti – nutné základní požadavky
 - Postačující – základní rozšířené požadavky na konkurenceschopnost
 - Bonbónky – neočekávané potřeby, které udělají na zákazníka dojem
5. Začlenění všech informací do vývoje a výroby produktu (George, 2010, s. 64 – 65).



Obr. 5 Kano analýza (IPA, © 2007)

3.1.2 Technika SMART

Název SMART je akronymem složeným z počátečních písmen následujících pěti bodů:

S – **specifický** (specific) – cíl musí být konkrétní, musí být stanoveno CO je cílem projektu

M – **měřitelný** (measurable) – ke zjištění, zda bylo cíle dosaženo, musí být stanovena metrika, cíl musí být možné vyjádřit v jednotkách

A – akceptovatelný (acceptable, agreed) – musí existovat shoda zainteresovaných stran na relevantnosti a adekvátnosti cíle⁴

R – realistický (realistic) - cíl musí být realistický, reálný, na reálnost cílů je potřebné pohlížet subjektivně, nikoli na základě norem či pravidel (Kaňáková, 2008, s. 129)

T – termínovaný (timed) – tedy časově ohraničený

3.1.3 Projektový tým, projektová listina

Projektový tým je společenství osob, které mají pověření k tomu, aby realizovali určitou práci s přesně stanoveným zadáním, s měřitelným výsledkem, v ohraničeném časovém období a s určeným předpokladem pracnosti (Svozilová, 2006, s. 33)

Projektová listina slouží, a je důležitá, k informování zbytku organizace o projektu. Dalším, neméně podstatným důvodem vytvoření projektové listiny je formální uznání existence projektu a poskytnutí přehledu o předmětu a cíli projektu. Tento dokument (schválený managementem dané firmy) dále opravňuje vedoucího projektu využívat zdroje organizace nutné k dokončení projektu (Schwalbe, 2009, s. 89).

Dle Kathy Schwalbe projektová listina obsahuje následující údaje:

- Název projektu a datum autorizace
- Datum začátku projektu
- Datum konce projektu
- Další informace týkající se plánu projektu
- Informace týkající se rozpočtu projektu
- Cíle projektu (popis toho, co je cílem projektu)
- Postup jak budou cíle projektu dosaženy
- Členové týmu a jejich role

⁴ Autoři Doležal, Máchal a Lacko (2012, s. 66) uvádějí i jiné významy tohoto bodu – počáteční písmeno může znamenat i to, že cíl musí být ambiciózní (ambitious), nebo odpovídající (appropriate).

Dalšími významy pak jsou např. aktuální (actual) nebo zodpovědný (accountable) (Kaňáková, 2008, s. 129)

- Podpisy zúčastněných osob

Příklad projektové listiny je uveden na *Obr. 6*.

Six Sigma Project Charter Template

Product or Service Impacted		Expected Project Savings (\$)				
Black Belt or Green Belt		Business Unit				
Champion		Phone Number for Belt				
Master Black Belt		Email for Belt				
Start Date		Target Completion Date				
Element	Description	Team Charter				
1. Process:	The process in which opportunity exists.					
2. Project Description: what is the "Practical Problem"?	Problem and goal statement (project's purpose)					
3. Objective:	What improvement is targeted and what will be the impact on Rolled Throughput Yield (RTY), Cost of Poor Quality (COPQ) and Capability index C-P, back orders, costs? The "Statistical Problem" - the measurable variable(s)	Project Y's	Baseline	GOAL	Entitlement	units
		Metric 1				%
		Metric 2				\$/A
		Metric 3				units /A
4. Business Cases:	Expected financial improvement, or other justification.					
5. Team members:	Names and roles of team members?					
6. Project Scope:	Which part of the process will be investigated and excluded.					
7. Benefit to External Customers:	Who are the <u>final</u> customers, what are their key measures, and what benefits will they see?					
8. Schedule:	Give the key milestones/dates. M- Measurement A- Analysis I- Improvement C- Control Note: Schedule appropriate Safety Reviews.	Project Start				
		"M" Completion				
		"A" Completion				
		"I" Completion				
		"C" Completion				
		Safety Reviews				
		Project Completion				
9. Support Required:	Will any special capabilities, hardware, trials, etc be needed?					

Obr. 6 Projektová listina (Docstoc, © 2013)

3.1.4 RIPRAN (Risk Project Analysis)

Tato metoda pracuje s podrobným rozbohem hrozeb a scénářů, kterým jsou na základě zkušeností projektového týmu přisouzeny hodnoty pravděpodobnosti a hodnoty dopadů. Je to metoda složitější a pracnější, ale přináší přesnější výsledky analýz.

Metoda RIPRAN je složena ze 4 kroků:

1. Identifikace nebezpečí projektu
2. Kvantifikace rizik projektu
3. Reakce na rizika projektu
4. Celkové posouzení rizik projektu

Ad 1) Identifikace nebezpečí projektu

Smyslem tohoto kroku je sestavení tabulky se seznamem hrozeb (konkrétní projev nebezpečí) a scénářů (důsledek výskytu hrozby).

Ad 2) Kvantifikace rizik projektu

Tabulka z prvního kroku je rozšířena o pravděpodobnost výskytu scénáře (na základě zkušeností projektového týmu). Dále je vyjádřena hodnota dopadu scénáře na projekt (*Tab. 2*) a výsledná hodnota rizika. Pravděpodobnost scénáře může být vyčíslena číselně nebo verbálně (*Tab. 1*).

Tab. 1 Tabulka verbálních hodnot pravděpodobnosti (Doležal, 2012, str. 91)

Vysoká pravděpodobnost – VP	nad 33%
Střední pravděpodobnost – SP	10 – 33%
Nízká pravděpodobnost - NP	pod 10%

Tab. 2 Tabulka verbálních hodnot nepříznivých dopadů na projekt (Doležal, 2012, str. 92)

Velký nepříznivý dopad na projekt - VD	<ul style="list-style-type: none"> - Ohrožení cíle projektu - Ohrožení koncového termínu projektu - Možnost překročení celkového rozpočtu projektu - Škoda více než 20% z hodnoty rozpočtu projektu
Střední nepříznivý dopad na projekt - SD	<ul style="list-style-type: none"> - Ohrožení termínu, nákladů - Škoda 0,51 – 19,5% z hodnoty rozpočtu projektu
Malý nepříznivý dopad na projekt - MD	<ul style="list-style-type: none"> - Dopady vyžadující určité zásahy do plánu projektu - Škody do 0,5% z celkového rozpočtu projektu

Tab. 3 Tabulka verbální hodnoty rizika (Doležal, 2012, str. 92)

Vysoká hodnota rizika (Vyhnutí se riziku)
Střední hodnota rizika (Tvorba rizikového plánu)
Nízká hodnota rizika (akceptace)

Tab. 4 Vazební tabulka pro přiřazení verbální hodnoty rizika

	VD	SD	MD
VP	Vysoká hodnota rizika	Vysoká hodnota rizika	Střední hodnota rizika
SP	Vysoká hodnota rizika	Střední hodnota rizika	Nízká hodnota rizika
NP	Střední hodnota rizika	Nízká hodnota rizika	Nízká hodnota rizika

Ad 3) Reakce na rizika projektu

Po kvantifikaci rizik a dopadů je nutno sestavit opatření, která vypočtenou hodnotu rizika sníží na akceptovatelnou úroveň.

Ad 4) Celkové posouzení rizik projektu

V posledním kroku je posouzeno, jak vysoce je projekt rizikový a je li možné pokračovat v jeho realizaci bez speciálních opatření (v tomto případě se doporučuje tento problém eskalovat na vyšší úroveň řízení).

3.1.5 Analýza přidané hodnoty

Analýza přidané hodnoty je součástí managementu hodnotového toku, neboli value stream managementu. Hodnotovým tokem rozumíme souhrn všech aktivit, které vedou k vytvoření výrobku, zboží či služby. Hodnotový tok obsahuje dva základní druhy aktivit:

- a) Aktivity, které přidávají hodnotu (od zpracování nabídky, přes tvorbu designu, technické dokumentace přes plánování, výrobní operace po provedení finančních operací

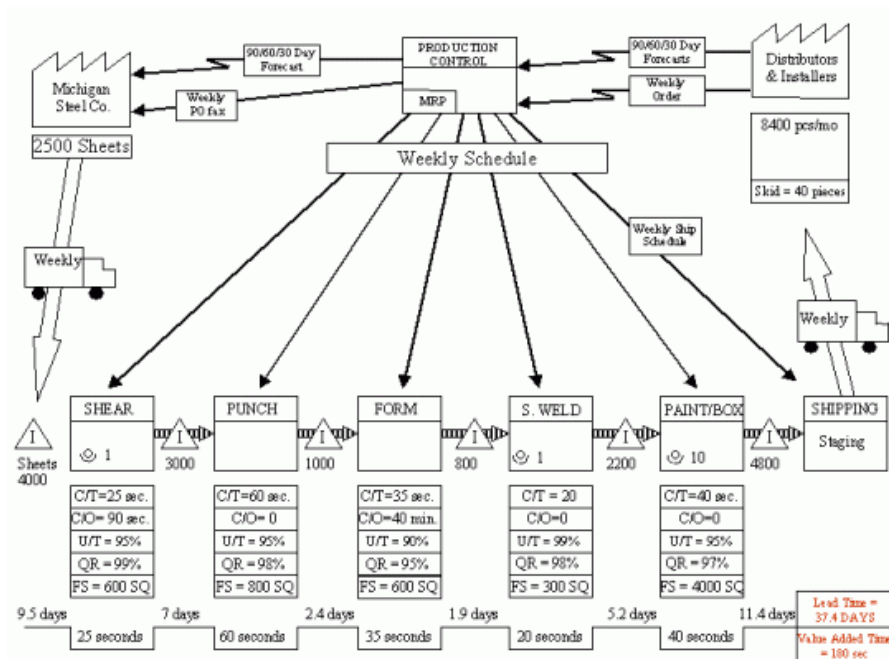
- b) Aktivita, které hodnotu nepřidávají (zbytečné pohyby, čekání, zbytečná manipulace, opravy, složité a nadstandardní postupy, zásoby, nadvýroba, nevyužívání znalostí pracovníků).

Cílem managementu hodnotového toku je eliminace aktivit nepřidávajících hodnotu, zkrácení celkové průběžné doby a snižování celkového počtu transformačních kroků. (Mašín, 2003, str. 15).

Metodu VSM je možné využít při analýze procesů (výrobních i nevýrobních), při plánování změn (výrobků i procesů), při plánování a tvorbě nových procesů a nového rozvrhování výroby atd. (API, © 2005 – 2012).

Pomůckou, která pomáhá identifikovat aktivity nepřidávající hodnotu, popsat souvislosti a vazby v tocích materiálu i informací je tzv. mapování hodnotových toků (value stream mapping). Value stream mapping (VSM) je grafická technika, která byla poprvé použita ve firmě Toyota. VSM využívá standardizovaných ikon, které slouží k jednoduššímu přenosu myšlenek a návrhů na změny procesů. Tvorba mapy se skládá ze 4 kroků (Locher, 2008, str. 2):

1. Identifikace týmu, který bude mapu tvořit, identifikace produktu nebo projektu, který bude mapován a identifikace způsobu jakým bude mapován



Obr. 7 Příklad Value Stream Mapy (www.volko.cz)

2. Mapování současného stavu – identifikace aktivit nepřidávajících hodnotu a plýtvání
3. Tvorba sdílených vizí a nápadů vedoucích k zeštíhlení procesu
4. Tvorba plánu zlepšení a implementace k dosažení budoucího stavu

Smyslem VSM a jejím výstupem je tzv. VA-index, neboli Value Added Index, který je vypočítán jako poměr časů aktivit, které nepřidávají hodnotu k celkové průběžné době výroby.

$$VA\ index = \frac{\text{celková doba aktivit nepřidávajících hodnotu}}{\text{průběžná doba výroby}}$$

Po vytvoření mapy, která odráží reálný momentální stav a po vypočtení indexu přidané hodnoty je nutné mapu analyzovat nedostatky a vytvářet návrhy a příležitosti ke zlepšení/k vytvoření ideálního stavu. Cílem těchto zlepšení je zkrácení průběžné doby výroby, snížení zásob či rozpracované výroby, odstranění aktivit, které hodnotu nepřidávají. Měřitelným výstupem je pak opět index přidané hodnoty v nové VSM mapě, která odráží budoucí optimalizovaný stav (API, © 2005 – 2012).

3.1.6 Analýza kritické cesty – metoda CPM

Autorem metody CPM (akronym z anglického Critical Path Method) jsou Morgan R. Walker a James E. Kelly. Metoda byla vyvinuta v roce 1957 a je „metodou deterministickou, protože doby trvání všech činností jsou pevně dané a neuvažujeme o možnosti jejich změny.“ (Kolčavová, 2012, str. 142).

Pro každou jednotlivou činnost projektu jsou stanoveny:

- **Časové charakteristiky:**
 - **Nejdříve možný začátek provádění činnosti** - ZM_{ij} – výchozím faktem je, že tato činnost může začít až po ukončení činností předcházejících
 - **Nejdříve možný konec provádění činnosti** - KM_{ij} – rovná se součtu ZM_{ij} a doby trvání činnosti ($KM_{ij} + ZM_{ij} = t_{ij}$)
 - **Nejpozději přípustný začátek provádění činnosti** – ZP_{ij} – je rozdílem nejpozději přípustného konce a doby trvání činnosti ($KP_{ij} - t_{ij} = ZP_{ij}$)
 - **Nejpozději přípustný konec provádění činnosti** - KP_{ij} – pokud je tato doba překročena dochází k časovému posunu v provádění dalších činností

Metoda CPM má tři základní fáze. Jsou jimi:

1. **Výpočet nejdříve možných začátků a konců činností** – ZM_{ij} = maximum z nejdříve možných konců činností, které do daného uzlu vstupují. Výpočet probíhá od vstupního uzlu k uzlu výstupnímu. Po dokončení této operace je znám nejdříve možný termín ukončení celého projektu (TM_j).
2. **Výpočet nejpozději přípustných začátků a konců činností** – v této fázi je výpočet realizován obráceně, tedy od výstupního uzlu k uzlu vstupnímu. Platí, že:
$$TM_j = TP_j$$
$$TP_j = KP_{ij}$$
$$ZP_{ij} = KP_{ij} - t_{ij}$$
3. **Výpočet časových rezerv** – po dokončení předchozích fází je možné pro každou jednotlivou činnost určit tři časové rezervy: celkovou časovou rezervu, volnou časovou rezervu a nezávislou časovou rezervu.

Kritická cestou rozumíme sled kritických činností (činností, jejichž prodloužením o k časových jednotek dojde k prodloužení celého projektu o k časových jednotek) determinovaný vstupním a výstupním uzlem (tedy začátkem a koncem projektu). Kritická cesta je nejdelší možná cesta mezi vstupem a výstupem, kdy zpoždění každé jednotlivé činnosti, která se na této cestě nachází, vede k prodloužení celého projektu. (Kolčavová, 2012, str. 142 – 144).

3.2 Fáze Měřit (Measure)

Fáze měřit obsahuje měření existujícího systému. V tomto kroku jde především o nastavení a zpracování odpovídajících metrik, které pomohou monitorovat postup směřující k cíli, který byl definován v předchozím kroku (fáze Definovat) (Pyzdek, 2003, str. 238).

Klíčové kroky fáze Měřit (George, 2009, str. 8):

- Vytvoření a ověření mapy toku hodnoty k získání současného toku procesu
- Určení výstupů, vstupů a procesních proměnných vztahujících se k projektu
- Vytvoření plánu dat a sběr dat
- Vytvoření plánu analýzy dat
- Využití analýzy systému měření (MSA) a Gage R&R
- Aktualizace mapy toku hodnoty
- Vyhodnocení způsobilosti procesu

3.2.1 Analýza systému měření (MSA)

Analýza systému měření je využívána k ujištění se, že rozdíly v naměřených datech jsou skutečnými rozdíly toho, co se měří, a ne důsledkem variability v měřící metodě. Michael L. George (2010, str. 87) uvádí, „že 30% až 50% měřících systémů není schopných přesně a shodně měřit požadovanou metriku“. Neboli že variabilita v naměřených datech není způsobena variabilitou měřených výrobků, nýbrž nepřesností měřící či kontrolní metody.

Rozlišujeme následující typy MSA:

- Gage R&R – pro spojitá data
- Analýza strannosti – pro spojitá data
- Analýza stability – pro spojitá data
- Analýza rozlišitelnosti – pro spojitá data
- Analýza Kappa – pro nespojitá/diskrétní data

(Pozn. autora: protože v praktické části této diplomové práce bude analyzován měřící a kontrolní systém pouze pro diskrétní data, budou následující kapitoly věnovány pouze analýze právě pro tento typ dat.)

3.2.2 MSA pro diskrétní data

Pro atributivní/diskrétní data je využívána metrika vhodná pro tento typ dat – analýza Kappa. Značným problémem atributivních pozorování je subjektivita hodnotitele, proto je tato analýza vhodná až v případě, kdy není možné diskrétní data převést na data spojitá. Kappa je vhodná pro nekvantitativní systémy jako dobrý/špatný, projít/selhat apod.

Analýza Kappa se vyznačuje následujícím:

- Nerozlišuje rozdíly v jednotlivých kategoriích* – tzn., nerozlišuje blízkost numerických hodnot od dvou různých hodnotitelů (např. výrobek není skoro dobrý, nebo téměř špatný, je prostě dobrý, nebo špatný)
- Nepředpokládá, že hodnocení jsou v možném rozpětí stejnoměrně rozdělena* – v případě hodnocení o šesti kategoriích (1 – 6), není možné říci, že každá kategorie je o k% jiná než kategorie ostatní.
- Vyžaduje, aby jednotky byly nezávislé* – měření nebo členění jednotky není ovlivněno další jednotkou a všichni posuzovatelé/hodnotitelé vytvářejí kategorie hodnocení nezávisle

- d) *Vyžaduje, aby se hodnotící kategorie navzájem vylučovaly* – tzn., není možné žádné překrývání kategorií

3.2.3 Stanovení Kappa

1. Výběr vzorků

- V případě dvou kategorií je nutné vybrat minimálně 20 a 20 a maximálně 50 a 50 dobrých a špatných položek. Mezi počtem dobrých a špatných položek by měl být dodržen poměr 50:50. Položky by měly být „různě dobré“ a „různě špatné“.
- V případě více kategorií (jedna je dobrá, ostatní představují různý stupeň defektu) je vhodné mít 50% položek dobrých a minimálně 10% položek v každém stupni defektivitu (stupně defektivitu se ale nesmí překrývat).

2. Položky jsou každým posuzovatelem vyhodnocovány nejméně dvakrát

3. Pro každého posuzovatele je vypočtena Kappa

4. Následně je vypočtena Kappa mezi posuzovateli vytvořením Kappa tabulky z prvního hodnocení každého posuzovatele

5. Interpretace výsledků

- Pokud je Kappa nižší jak 0,7 pak je měřicí a kontrolní systém považován za neadekvátní
- Pokud je Kappa vyšší jak 0,9, pak je možné měřicí systém považovat za výborný
- Pokud $P_{\text{pozorované}} = P_{\text{náhodné}}$, potom $Kappa = 0$. Kappa rovnající se nule naznačuje, že pozorovaná shoda rovná se očekávané náhodné shodě (George, 2009, str. 100 – 101).

3.2.4 Výpočet Kappa

$$K = \frac{P_{\text{pozorovaná}} - P_{\text{náhodná}}}{1 - P_{\text{náhodná}}}$$

Kde $P_{\text{pozorovaná}}$ je poměr jednotek, které posuzovatelé vyhodnotili stejně (poměr, kdy se posuzovatelé shodnou, že jsou jednotky dobré + poměr, kdy se posuzovatelé shodnou, že jsou špatné a $P_{\text{náhodná}}$ je poměr, který první posuzovatel hodnotí jako dobrý * poměr, který druhý posuzovatel hodnotí také jako dobrý + poměr, který první posuzovatel hodnotí jako špatný * poměr, který druhý posuzovatel hodnotí také jako špatný (George, 2009, str. 102).

3.3 Fáze Analyzovat (Analyze)

Tato fáze vede k identifikaci způsobů jakými lze eliminovat rozdíl mezi současným stavem a stavem plánovaným a definovaným v předchozích krocích. K pochopení dat slouží různé vysvětlující analýzy a statistické nástroje (Pyzdek, 2003, str. 238). Mezi tyto nástroje patří především matice příčin a následků (ke stanovení kritických vstupů), analýza dat (Paretova analýza, histogram), analýza rozptylu (ke stanovení klíčových příčin) a prioritizace klíčových příčin (George, 2009, str. 12).

3.3.1 Analytické techniky

Analytická technika je postup, který vede k provedení rozboru daného problému, stavu nebo skutečnosti. Tato technika zpravidla bývá časově a úkolově omezená, tzn. je používána jednorázově – slouží k řešení daného problému. Analytických technik existuje celá řada, mnoho z nich je používáno intuitivně, často aniž by byly pojmenovávány. Využívány jsou ale i techniky sofistikované, založené na matematických modelech nebo vyžadující specializované pomůcky či nástroje.

Nejpoužívanějšími analytickými metodami jsou (ManagementMania, ©2011 - 2013):

- Bostonská matice (BSG matice)
- Brainstroming
- Benchmarking
- Diferenční analýza (neboli Gap analýza)
- Paretovo pravidlo (princip 80:20)
- SWOT analýza
- 5x proč
- FMEA
- Ishikawův diagram atd.

3.3.2 Brainstorming

Brainstorming je individuální nebo týmová metoda, která slouží ke generování nápadů, zvednutí efektivity kreativity nebo k nalezení řešení problému. Účastníci brainstormingu generují nápady v prostředí, které tyto nápady nesoudí a řídí se určitými pravidly (Wilson, 2013).

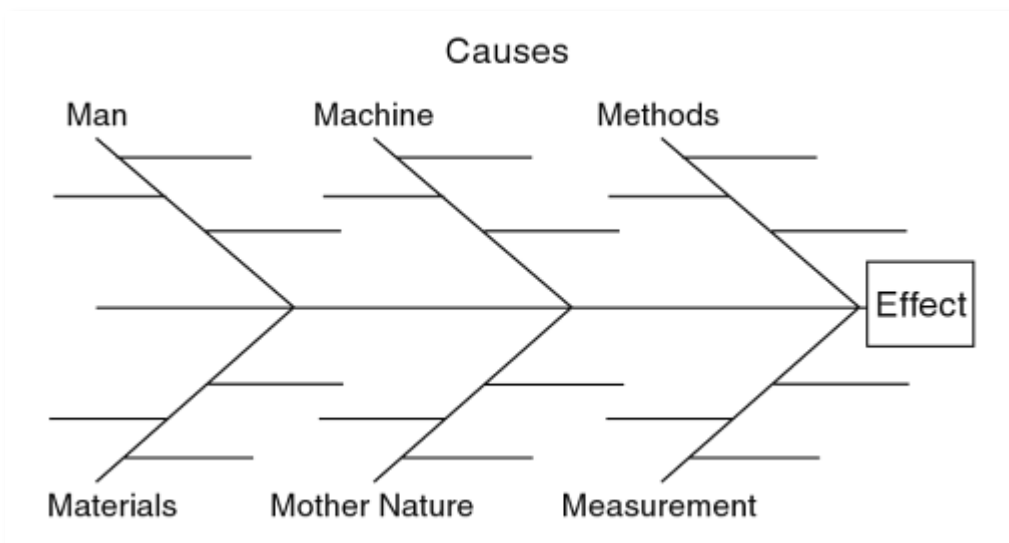
Základním principem brainstormingu není strukturalizované myšlení, ale volné asociace relaxované mysli a prostředí, kde názory nejsou posuzovány, jestli jsou dobré nebo špatné, jestli budou či nebudou fungovat (Cory, 2003, str. 18).

Základní postup brainstormingu dle Wilsona (2013, str. 59):

- Vyčlenění týmu od tří do deseti lidí z různých pracovních zařazení či oborů
- Jasně představení problému či otázky této skupině lidí
- Vyzvání skupiny, aby generovala co nejvíce nápadů a nekritizovala nápady druhých
- Diskuze, kritika a možná stanovení priorit výsledkům brainstormingu. V této fázi jde o to vybrat nápady, kriticky je zhodnotit a vybrat ten nejvíce aplikovatelný.

3.3.3 Ishikawův diagram

Ishikawův diagram (rybí kost, diagram příčin a následků - *Obr. 8*) byl vyvinut v roce 1940 v Japonsku panem Kaoru Ishikawou. Ishikawův diagram je grafickým analytickým nástrojem, který ukazuje, které faktory mají vliv na danou situaci. Samotný Ishikawa říká, že diagram příčin a následků, který jasně ilustruje a znázorňuje různé příčiny, které mají nebo mohou mít vliv na kvalitu produktu proto, aby mohly být následně vybrány příčiny, které se jeví jako nejzávažnější (Munro, 2009, str. 79). Výhody této analytické metody jsou jednoduchost, systematický přístup k řešení problémů, strukturovaný grafický výstup, který je možné dále zpracovávat a nekonfliktní spolupráce při jeho sestavení (Kabátek, 2010, str. 67).



Obr. 8 Základní struktura Ishikawova diagramu (Munro, 2009, str. 80)

Počet základních dimenzí příčin se liší. Někteří autoři uvádějí šest dimenzí – člověk, stroj, metoda, materiál, prostředí a měření (např. Munro, 2009, str. 80 nebo Chaloupka © 2008-2010), jinde je uváděno dimenzí osm – k výše zmíněným šesti jsou ještě doplněny management, tzn. příčiny způsobené nesprávným řízením a údržba, tzn. příčiny způsobené nesprávnou údržbou (ManagementMania, ©2011 – 2013).

3.3.4 Paretův graf

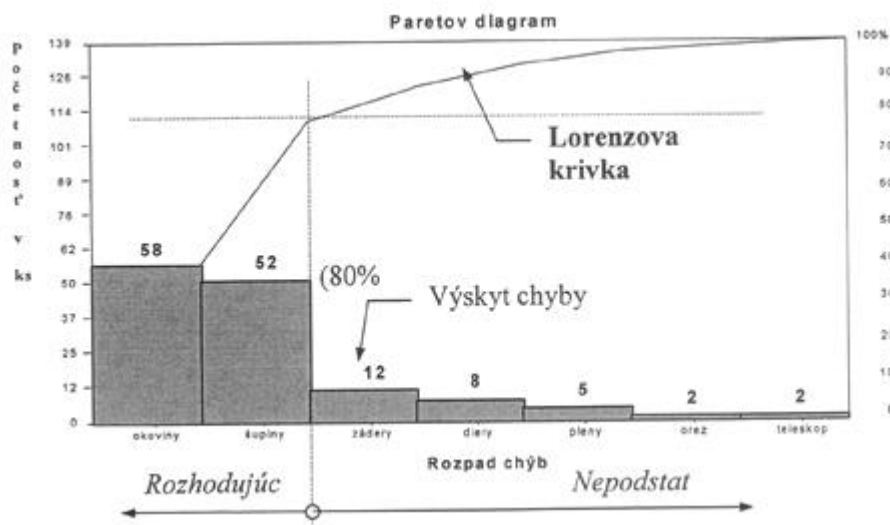
Paretův graf vychází z principu, že 80% problémů bývá nejčastěji způsobováno pouhými 20% příčin. Tomuto principu se říká princip 80:20, nebo také Paretův princip. Autorem je italský ekonom Wilfredo Pareto⁵.

Paretův princip je jedním z nejefektivnějších, běžně dostupných a snadno aplikovatelných analytických nástrojů, který umožňuje oddělit podstatné faktory od faktorů méně podstatných a tím nasměrovat kam zaměřit úsilí při odstranění nedostatků. V oblasti řízení kvality byl tento princip poprvé využit J. M. Juranem (Briš, 2010, str. 140).

Dle Jurana je 80-95% kvalitativních problémů způsobeno velmi malým počtem příčin (5 – 20%). Tyto příčiny pan nazval jako „životně důležitou menšinou“, na kterou je pak důležité zaměřit přednostně pozornost v dalších analýzách a odstranit či minimalizovat jejich působení. Ostatní příčiny s podílem 80-95% na celkovém počtu Juran nazval jako „triviální většinou“ nebo „užitečnou většinou“ (Briš, 2010, str. 140).

Paretův diagram je pak kombinací sloupcového a čárového grafu. Sloupce představují četnost jednotlivých kategorií a jsou seřazeny podle velikosti od největšího po nejmenší. Čárový graf (Lorenzova křivka) pak představuje kumulativní četnost – každý další bod Lorenzovy křivky je součtem předchozích hodnot – viz *Obr. 9*.

⁵ Princip byl objeven na konci 19. století, kdy Pareto zjistil, že relativně málo lidí drží ve svých rukou světové bohatství. Tato základní myšlenka pak vedla k rozšíření Paretova principu, který říká, že v mnoha případech velmi málo příčin způsobuje většinu problémů (Joiner Associates, 1995, str. 15).



Obr. 9 Příklad Paretova grafu (Kvalita produkce, ©2011)

Paretovy diagramy jsou považovány – stejně jako kontrolní tabulky, vývojové diagramy, histogramy, diagramy příčin a následků, bodové diagramy a regulační diagramy – za jedním ze sedmi základních (klasických) nástrojů řízení kvality (Briš, 2010, str. 131).

3.4 Fáze Zlepšovat (Improve)

4 fází DMAIC cyklu je fáze Improve, Zlepšení. Toto zlepšení je ale nutné nejprve nalézt, a ověřit na pilotním vzorku (tedy např. na omezené sérii výrobků). Použité metody závisí na problému, který je řešen (<http://www.pdqm.cz/Standards/DMAIC.html>). Cílem tedy je poučit se z pilotních řešení a plně je zavést. Výstupem jsou otestovaná robustní řešení, která ovlivňují prokázané příčiny s dopadem na kritický výstup, dokumentace výsledků vybraných nejlepších zkušeností týmu a stabilizovaný, předvídatelný a zlepšený proces, který splňuje zadané cíle (George, 2009, str. 15).

Klíčovými kroky této fáze jsou:

1. Vytvoření potenciálních řešení
2. Vyhodnocení, výběr a optimalizace nejlepších řešení
3. Tvorba optimální mapy toku hodnoty
4. Potvrzení dosažených projektových cílů
5. Tvorba implementačního plánu

3.5 Fáze Řídit (Control)

Cílem fáze Control je dokončení práce na projektu a jeho odevzdání vlastníkovi procesu. Výstupem poslední fáze je pak zdokumentovaný plán převodu procesu po zlepšení, vytvořené metriky procesu před a po zlepšení, dále dokumentace týkající se provozu, školení, aktualizované mapy procesu.

Důležitým krokem jsou taktéž zpracované regulační diagramy, které slouží k řízení a plánování procesu a konkrétní metriky využívané pro pravidelný audit.

Posledním krokem DMAIC metodiky je pak dokončená dokumentace, ve které jsou zahrnuty poznatky a doporučení pro další optimalizaci (George, 2009, str. 16).

3.5.1 Regulační diagramy pro atributivní data

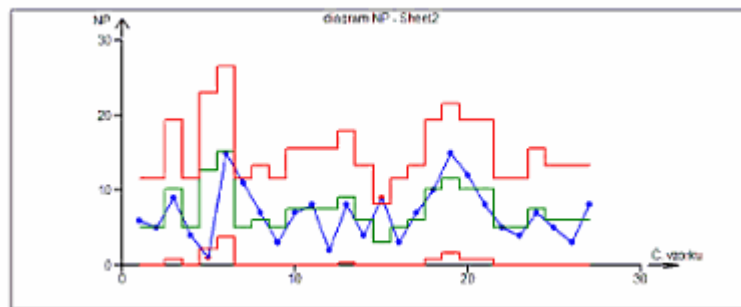
Pro řízení procesu, jehož sledovanými parametry je diskrétní veličina (např. počet vad) se používají regulační diagramy srovnáváním. Jejich princip vychází z diagramů pro spojitá data, ale protože rozdělení počtů není normální, používají se pro výpočet jiné vztahy, které odpovídají kvantilům binomického nebo Poissonova rozdělení.

Pro binomická rozdělení se používají regulační diagramy np a p . Diagram np je vhodným nástrojem v případě, jsou-li sledovány vadné výrobky z určitých dávek. Jednotlivé dávky představují podskupinu a počet neshodných výrobků je hodnota, která se vnáší do diagramu. Protože v případě np diagramu nemusí být velikost dávky vždy stejná, nejsou základní linie (horní a dolní regulační mez) konstantní, ale rovnají se průměrnému podílu neshodných jednotek násobených velikostí dávky. Šíře kontrolních mezí je tedy závislá na velikosti dávky (Kupka, 1997, str. neuvedena) - *Obr. 10*.

Vzorce pro výpočet regulačních mezí pro np typ diagramu (George, 2009, str. 132):

$$\text{Horní regulační mez: } UCL = \bar{n}\bar{p} + 3\sqrt{\bar{n}\bar{p}}(1 - \bar{p})$$

$$\text{Dolní regulační mez: } LCL = \bar{n}\bar{p} - 3\sqrt{\bar{n}\bar{p}}(1 - \bar{p})$$



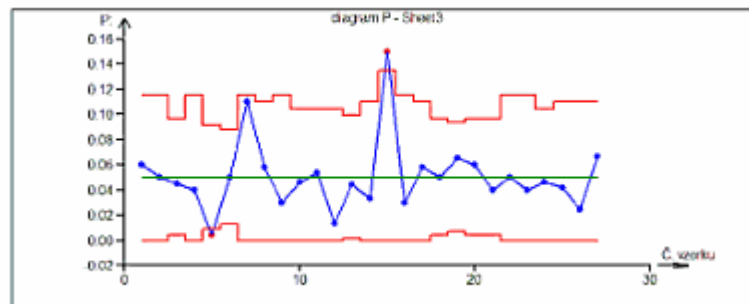
Obr. 10 np-diagram (Kupka, 1997, str. neuvedena)

Regulační diagram p je vhodným nástrojem pro sledování podílu neshodných výrobků z dávek, který má binomické rozdělení. Dávky představují podskupinu, podíl neshodné výroby je p z dané dávky, která se zavádí do diagramu. Tato hodnota je vždy větší nebo rovna nule a menší nebo rovna jedné. Velikost dávky opět nemusí být pokaždé stejná, základní linie je konstantní a šíře regulačního pole závisí na velikosti dávky (Kupka, 1997, str. neuvedena).

Vzorce pro výpočet regulačních mezí pro n typ diagramu (George, 2009, str. 132):

$$\text{Horní regulační mez: } UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\text{Horní regulační mez: } UCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$



Obr. 11 p-diagram (Kupka, 1997, str. neuvedena)

4 MĚŘENÍ PRÁCE

Měření práce je aplikací technik, které jsou vytvořené pro určení času potřebného pro vykonání dané práce kvalifikovaným dělníkem na definované úrovni výkonu. Výstupem měření práce jsou normy spotřeby času (Pivodová, ©2014). Norma času představuje množství času potřebné k vykonání pracovního úkolu jednotlivcem nebo skupinou pracovníků (Tuček, 2006, str. 111).

Přístupy k měření práce:

a) Klasické přístupy

- Časové snímky
- Momentové snímky
- Chronometráž
- Hrubé odhady
- Kvalifikované odhady
- Využití historických údajů
- Prostorové, pohybové studie

b) Systémy předem určených časů (Mašín, 2003, str. 32)

- MTM (Methods Time Measurement) – vznik metody datován ve 40. letech minulého století, metoda rozkládá práci operátora do deseti základních pohybů
- MOST (Maynard Operation Sequence Technique) – vznik metody v 80. letech minulého století, práce je popsána univerzálními sekvenčními modely aktivit
- UAS (Universelles Analysier System) – metoda odvozená z MTM vhodná pro sériovou výrobu – vyšší rychlost rozboru, dostatečná přesnost a malý počet dat

4.1.1 Systém předem určených časů (Predetermined Motion Time Systems – PMTS)

První systém předem určených časů byl vytvořen na začátku 20. století A. B. Segurem, který definoval, že existuje souvislost mezi pohybem a časem, že časy, které kvalifikovaní dělníci potřebují na vykonání jednotlivých pohybů, jsou stejné a že čas potřebný na vykonání dané činnosti záleží na tom, jakým způsobem je daná činnost vykonána.

Systemy předem určených časů vycházejí z technik časových studií a filozofie pohybových studií, využití časových a pohybových technik. Účelem systémů předem určených časů je určení a přiřazení časů specifikovaných základním pohybům, které jsou zaznamenávány do datových tabulek (Pivodová, ©2014).

4.1.2 MOST

Byl vyvinut v roce 1980 ve firmě Maynard Corporation. MOST je akronymem počátečních písmen Maynard Operation Sequence Technique (Pivodová, ©2014). Výhodou této metody je to, že odpadá problém spojený se subjektivitou stanovení úrovně výkonnosti, protože pomocí metody MOST jsou časy základních úkonů stanovovány na úrovni průměrného výkonu průměrného pracovníka, tzn. výkon na úrovni 100%. Další nespornou výhodou je to, že touto metodou lze stanovit i časy teprve projektovaných pracovních metod. Základní časovou jednotkou je TMU (Time Measurement Unit), která představuje 1/100 000 hodiny, tedy 1 TMU = 0,036 sekundy, nebo naopak 1 sekunda = 27,8 TMU (Mašín, 2003, str. 32).

Základní varianty MOST se liší v délce cyklů, jimiž jsou operace zpracovávány. Těmito variantami jsou (Tuček, 2006, str. 115):

- Basic MOST
- Mini MOST
- Maxi MOST
- Giga MOST
- Clerical MOST

4.1.3 Basic MOST

Varianta Basic MOST slouží pro stanovení časů operací na střední úrovni, které se budou opakovat 150 až 1 500 krát týdně. Jednotlivé operace mohou mít časový rozsah od několika sekund do zhruba 10 minut (typickým časem cyklu u této varianty je 0,5 až 3 minuty). Basic MOST je nejpoužívanější variantou ve většině průmyslových oborů, neboť dokáže pokrýt kolísání cyklus časů a jeho výsledky jsou dostatečně podrobně k použití jako instrukce pro operátory (Mašín, 2003, str. 34).

K popisu manuální práce pomocí varianty Basic MOST je využíváno 3 základních sekvencí (čtvrtá slouží k přemístování objektů pomocí ručních jeřábů):

Pro obecné přemístění se používá sekvence A B G A B P A a slouží k popisu prostorového přemístění objektu volně vzduchem (*Obr. 12*).

A	B	G	A	B	P	A
Akce na určitou vzdálenost	Pohyb těla	Získání kontroly	Akce na určitou vzdálenost	Pohyb těla	Umístění	Akce na určitou vzdálenost

Obr. 12 Sekvence „obecné přemístění“ (Mašín, 2003, str. 36)

Pro aktivitu řízeného přemístění je využíváno sekvence A B G M X I A, která slouží k popisu přemístění objektu, jež je připojen k jinému objektu nebo při přemístění zůstává v kontaktu s povrchem.

Pro aktivitu použití nástroje pak používáme sekvenci A B G A B P F P A, která popisuje použití běžných ručních nástrojů a pomůcek, nebo použití prstů, paže či ruky (Pivodová, ©2014).

K jednotlivým subaktivitám v rámci dané sekvence jsou pak přiřazovány vztažná čísla indexů dle tabulky. Tyto indexy představují čas dané subaktivity. Příklad na *Obr. 13*.

	A_6	B_6	G_1	A_1	B_0	P_3	A_0
kde:	A_6 = učinit tři až čtyři kroky k místu objektu B_6 = sehnout se (a napřímít) G_1 = získat kontrolu nad lehkým objektem A_1 = přemístit objekt, který je na dosah ruky B_0 = žádný pohyb těla P_3 = umístit a ustavit objekt A_0 = žádný návrat						

Obr. 13 Sekvence „obecné přemístění“ s určenými indexy (Mašín, 2003, str. 37)

Tímto způsobem jsou popsány veškeré sekvence dané operace, zaneseny do datové tabulky (Analyzační protokol) prostřednictvím, které je stanoven celkový cyklus čas operace - *Obr. 14* (Mašín, 2003, str. 41).

Analyzační protokol

Č.	Činnost	Sekvenční model Basic-MOST	n	SIMO	Čas (TMU)	Celkem (TMU)
1	Vzít nosič ze stolu a umístit ho do přípravku	A6 B6 G3 A6 B0 P3 A0	1x		240	240
2	Umístit mřížku do nosiče – lehkým tlakem	A1 B0 G1 A1 B0 P3 A0	1x		60	60
3	Upevnit mřížku – 16 úderů kladívkem	A1 B0 G1 A1 B0 P0 F32 A1 B0 P1 A0	1x		370	370
4	Vizuálně zkontrolovat mřížku	A0 B0 G0 A0 B0 P0 T6 A0 B0 P0 A0	1x		60	60
5	Umístit držák na nosič	A3 B0 G1 A1 B0 P3 A0	1x		80	80
6	Uchopit 4 klipsy, držet je	A1 B0 G3 A0 B0 P0 A0	1x		40	40
7	Umístit 4 klipsy lehkým tlakem	A1 B0 G1 A1 B0 P3 A0	1x		60	60
8	Umístit druhý držák s vyrovnáním	A6 B0 G1 A1 B0 P3 A0	1x		110	110
9	Uchopit 4 klipsy, držet je	A1 B0 G3 A0 B0 P0 A0	1x		40	40
10	Umístit 4 klipsy lehkým tlakem	A1 B0 G1 A1 B0 P3 A0	1x		60	60
11	Vizuální kontrola smontovaného nosiče	A0 B0 G0 A0 B0 P0 T6 A0 B0 P0 A0	1x		60	60
12	Použití značkovací pistole, připevnění štítku	A1 B0 G1 A1 B0 P1 F3 A1 B0 P1 A0	1x		90	90
13	Uložení nosiče do přepravního boxu	A1 B0 G3 A6 B0 P3 A0	1x		130	130
14	Posunout páku – upevnění nosiče v boxu	A1 B0 G1 M3 X0 I0 A6	1x		110	110
Celkem						1510

Obr. 14 Analyzační protokol (Mašín, 2003, str. 41)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 FIRMA XY

5.1 Základní informace o firmě

Obchodní jméno firmy, XY Czech Republic s. r. o.

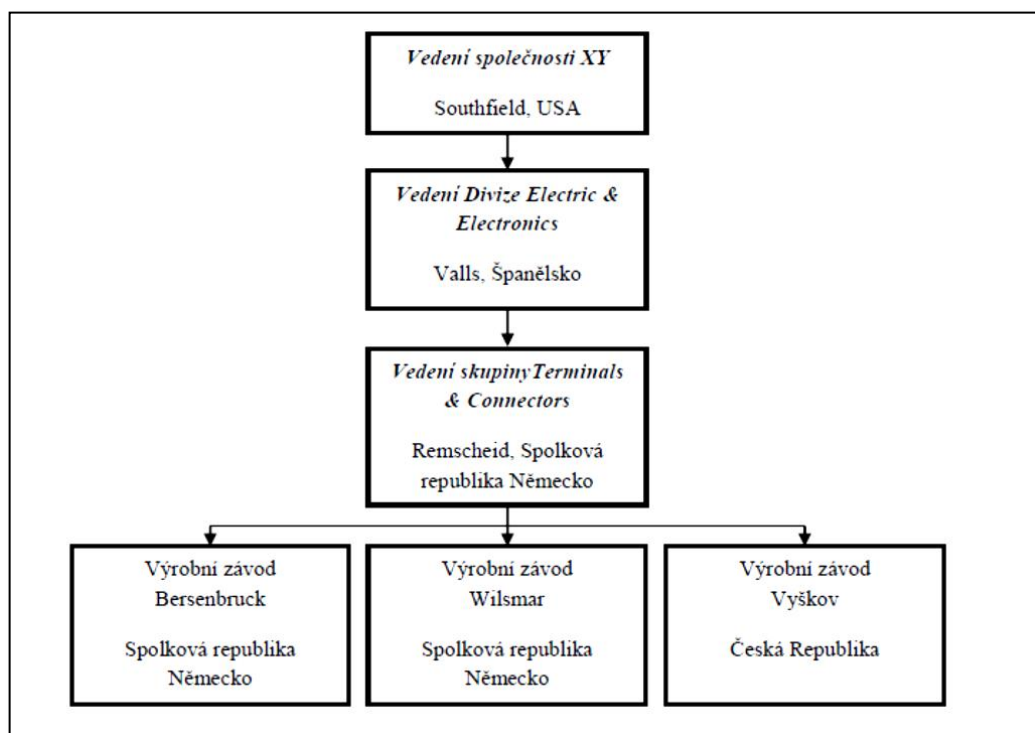
Sídlo firmy: XXX

Předmětem výrobní činnosti společnosti je vstřikování plastů, lisování plechů (konektorů) a montáž komponentů zejména pro automobilový průmysl. Výchozími surovinami jsou měděné a plechové pásy a plastový granulát.

Rozsah pozemků firmy je 22 710 m², z toho zastavěná plocha je 19 124 m².

Provoz ve firmě byl zahájen 19. 12. 2000 pod názvem ABC.

Počet zaměstnanců: 538 osob (k 1. 3. 2015), z toho 345 osob jsou přímí pracovníci, 110 osob nepřímí pracovníci a 85 osob administrativní pracovníci.



Obr. 15 Hierarchické zařazení společnosti XY Vyškov (interní dokumentace firmy XY)

Firma je součástí nadnárodní společnosti s téměř stoletou historií, která je jedním z předních světových dodavatelů automobilových interiérů a komponentů. Celá společnost

zaměstnává více jak 115 000 zaměstnanců v 221 lokacích a má své pobočky v 36 různých zemích. Hierarchické zařazení společnosti XY Vyškov je znázorněno na *Obr. 15*.

5.2 Poslání společnosti

Posláním firmy XY je neustálé zlepšování kvality jejích produktů při ceně, která zaručuje prosperitu, přiměřenou návratnost investic a současně i důvěryhodnost firmy. Poslání firmy je podpořeno prostřednictvím politik, cílů a hodnot koncernu XY.

Zásadou firmy je provedení všech zakázek v požadované kvalitě bez reklamací za současného plnění právních a jiných požadavků vztahujících se na společnost. Podstatou úspěchu společnosti jsou tyto základní přístupy:

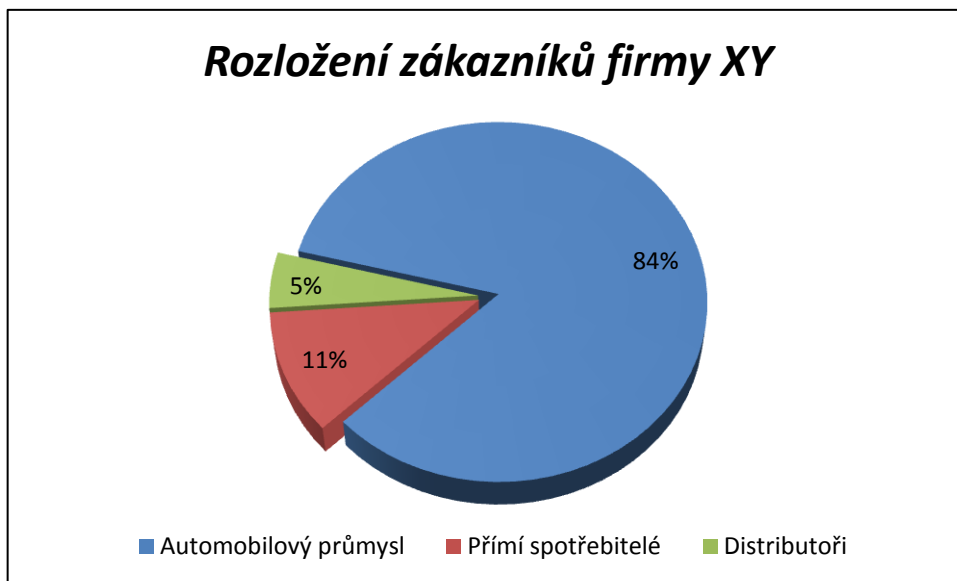
- Seriózní, odborný a rychlý přístup při projednávání zakázky a sjednávání smlouvy
- Kvalitní a odborné provedení zakázky
- Včasné dokončení všech zakázek
- Předání veškerých potřebných dokladů

5.3 Zákazníci společnosti

Zákazníkem v oblasti výroby, montáže a prodeje výrobků z plastů a kovu je sesterská společnost XY GmbH.

Odběrateli zboží jsou zejména společnosti patřící do automobilového řetězce, menší procento pak tvoří firmy mimo toto odvětví – viz graf na *Obr. 16*.

Zákazníky je především oceňováno kvalitní a profesionální provedení celé zakázky a proto je kvalita výrobků založena na prevenci v předvýrobních etapách a soustavné kontrole všech prováděných prací. V případě neshody jsou okamžitě sjednávána nápravná opatření s navazujícími preventivními opatřeními. Tato činnost je prováděna pracovníky na všech stupních řízení.



Obr. 16 Rozložení zákazníků firmy XY (interní dokumentace firmy XY)

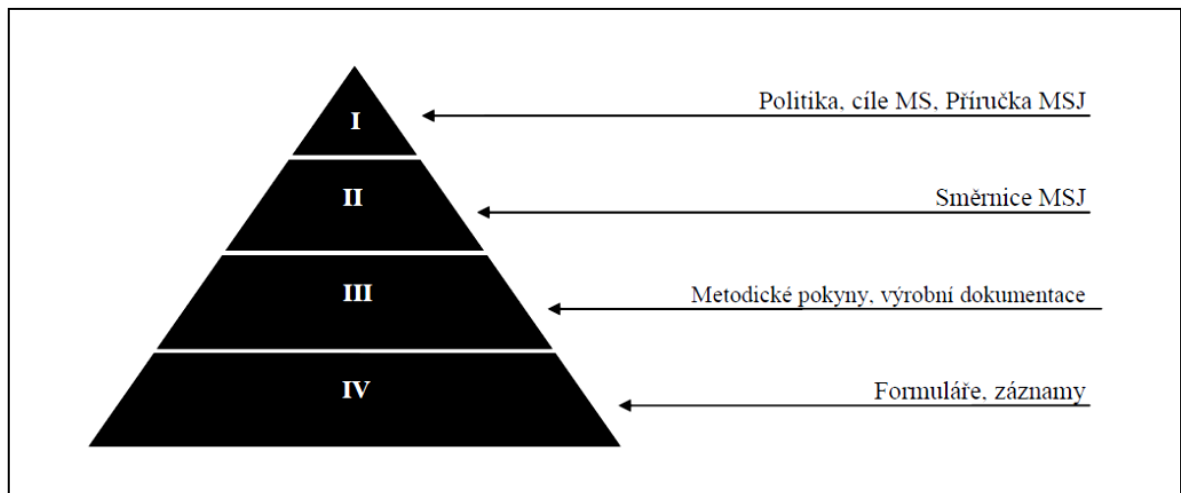
5.4 Systém managementu jakosti

Systém managementu jakosti je v celé společnosti XY Vyškov realizován v rozsahu požadavků normy ČSN ISO/TS 16 949 A ČSN EN 14 001.

Základem systému managementu jakosti je procesně orientovaný přístup. Pro definici procesů bylo zvoleno následující členění:

- Hlavní procesy (realizace zakázky)
- Řídící procesy (nastavují podmínky pro hlavní a podpůrné procesy)
- Podpůrné procesy (jejich zákazníkem je hlavní proces)

Potřebné zdroje pro efektivní realizaci procesů jsou poskytovány managementem společnosti. K jednotlivým procesům jsou vlastníky procesů stanovené měřitelné ukazatele, na jejichž základě jsou tyto procesy v pravidelných intervalech vyhodnocovány.



Obr. 17 Členění dokumentace ve firmě XY (vlastní zpracování na základě interní dokumentace firmy XY)

Rozsah a členění dokumentace systému managementu jakosti vychází z potřeb popsanych procesů a respektuje odbornou způsobilost zaměstnanců. Členění dokumentace je znázorněno na Obr. 17.

5.5 Neustálé zlepšování ve firmě XY

Pro neustálé zlepšování efektivnosti systému managementu jakosti organizace využívá informací získaných z auditů, analýzy získaných dostupných dat, preventivních opatření, opatření k nápravě, plnění politiky, cílů a programů systému managementu jakosti nebo z podnětů všech zaměstnanců. Zlepšování výrobního procesu je neustále zaměřeno na řízení a snižování variability znaků produktu a parametrů výrobního procesu. Prioritně jsou tato opatření stanovena k bezpečnostním dílům či kritickým znakům, které definoval zákazník.

Při řešení problémů spojených s kvalitou výrobků jsou ve firmě využívány metody a techniky managementu jakosti a průmyslového inženýrství (např. analýza zákaznické reklamacie, 8D report, Paretova analýza, vývojový diagram, diagram příčin a následků), které vedou k identifikaci a eliminaci kořenové příčiny.

Při stanovení opatření k nápravě jsou zvažovány taková opatření, která by vyloučila možnost udělat chybu, tedy např. systematika uvolnění pracoviště, FMEA nebo poka-yoke.

5.6 Definované cíle organizace v oblasti kvality

Počet reklamací :

≤ 85

PPM (počet neshodných výrobků na 1 milion): < 3,3

DPMO (interní PPM): < 550

5.7 SWOT analýza

Tab. 5 SWOT analýza firmy XY (vlastní zpracování)

Silné stránky	%	Slabé stránky	%
Nejrentabilnější závod z poboček firmy XY po celém světě	11,4	Fluktuace klíčových pracovníků (administrativní pracovníci, nepřímí výrobní pracovníci, manažeři)	9,4
Úspěšné absolvování auditů	9,5	Získávání nových projektů (zejména v roce 2014)	11,0
Standardizované procesy	8,6	Složité logistické a finanční procesy	10,5
Odborné znalosti pracovníků	10	Komunikace mezi odděleními	7,3
Dostatek informací o interních procesech, (měřitelné ukazatele, kontinuální analýzy)	8,1	Nízká úroveň motivace	7,9
Proaktivní myšlení zaměstnanců	8,6	Neexistuje plánování kariéry	6,3
Úsporný provoz, nízké plýtvání	8,6	Nedostatečně komunikovaná strategie k dodavatelům	8,9
Důsledné dodržování bezpečnosti práce	7,6	Nedostatečně komunikovaná strategie k zákazníkům	8,9
Spokojenost zaměstnanců (vyplývá z každoročního dotazníkového řešení)	9,0	Neexistují databáze o veškerých informacích týkajících se zákazníků	8,4
System dohledatelnosti při reklamacích	9,0	Neexistují databáze o veškerých informacích týkajících se dodavatelů	9,9
Týmový duch	8,1	Povrchní analýzy problémů (nedostatek času)	11,5

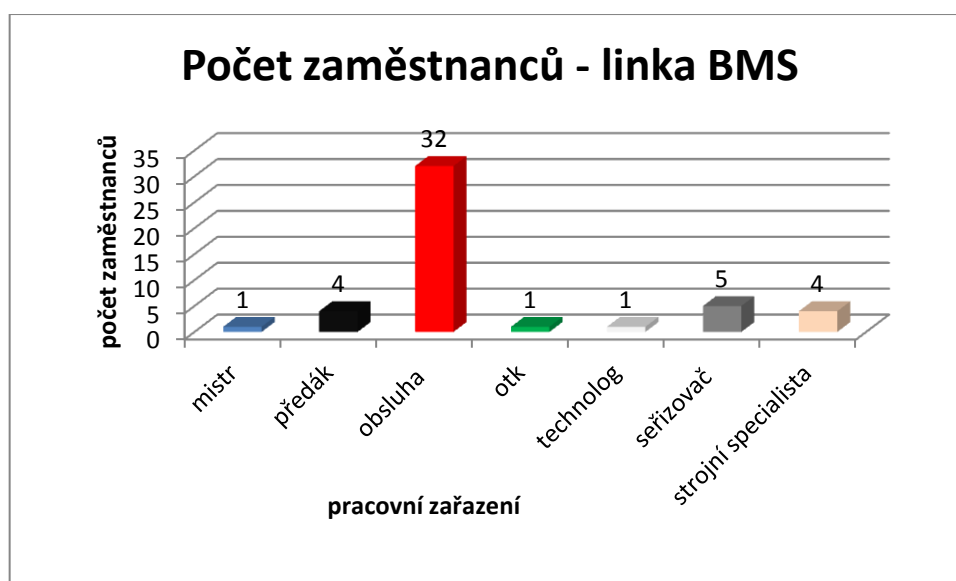
Příležitosti	%	Hrozby	%
Navázání užších vztahů s okolními VŠ (UTB, ČVUT)	21,7	Nedostatek informací o konkurenci	21,1
Prezentace dobrého jména firmy navenek (CSR)	17,4	Vysoká vyjednávací síla zákazníků	18,9
Posílení vyjednávacích pravomocí	22,8	Stále hrozící krize, která silně postihuje automobilový průmysl	20,0
Nedostatek užší spolupráce se sesterskými firmami v zahraničí (pracovní pobyty, rotace pracovní činnosti)	21,7	Relokace výroby do asijských států (nižší náklady)	16,7
Větší účast technických pracovníků na veletrzích	16,3	Nedostatek odborníků v regionu	23,3

6 VÝROBNÍ LINKA BMS

Výrobní linka Battery Management System (BMS) produkuje podsestavy start-stop systémů do automobilů Audi, Volkswagena a Porsche. Výrobní portfolio se skládá z 22 produktů, které se liší typem a délkou kabelu. V současnosti je ve schvalovacím procesu výroba dalších 10 výrobků, celkový počet produktů tedy vzroste na 32.

Přímým zákazníkem výrobní linky BMS je hierarchicky nadřazená pobočka XY Valls, sídlící ve Španělsku. Finálními zákazníky jsou pak automobilky Volkswagen, Audi a Porsche.

Práce na BMS lince je organizována v rámci nepřetržitého provozu, tedy sedm dní v týdnu, 24 hodin denně. Na tomto oddělení je zaměstnáno celkem 48 lidí (k únoru 2015), strukturu a počet znázorňuje *Obr. 18*. Pracovníci jsou rozloženi do 4 směn, které se střídají systémem „krátký-dlouhý týden“. Jedna směna trvá 12 hodin. Disponibilní čas jedné směny je stanoven na 10,75 hodin, kdy 1 hod trvá přestávka (je rozdělena na dvě 30 min části, vždy po 4 hodinách práce). 15 minut je stanoveno jako bezpečnostní přestávka, čas na úklid pracoviště na konci směny, rozhovory s mistrem atd. 1 směna má 1 předáka, který řídí činnost linky, objednává materiál a prezentuje výsledky odvedené práce na pravidelných poradách, 1 seřizovače, jehož náplní práce je nastavování strojů při změně vyráběného artiklu, pravidelná údržba a řešení operativních technických problémů. Na lince dále pracuje 1 strojní specialista, který vypomáhá seřizovači a řeší drobné opravy a 9 obsluh, které provádějí samotné operace na jednotlivých strojích.



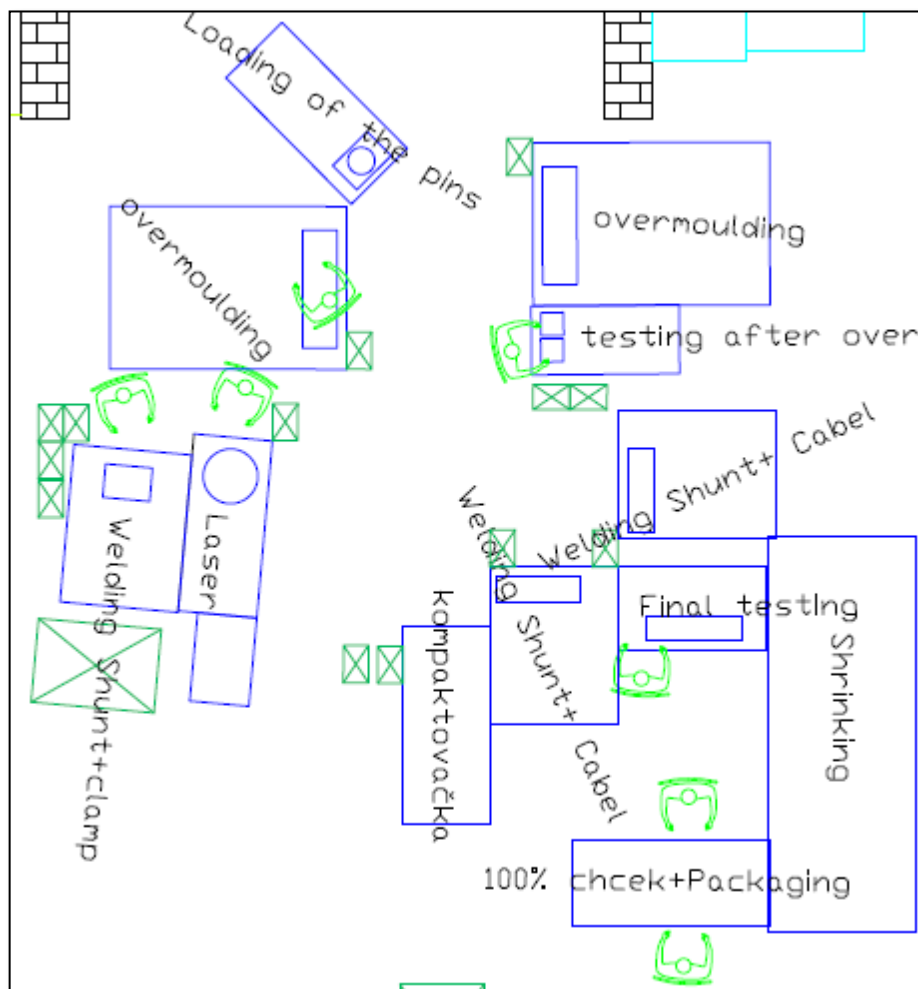
Obr. 18 Počet zaměstnanců linky BMS k 28. 2. 2015 (interní dokumentace firmy XY)

Pracoviště BMS linky je řízeno vedoucím oddělení BMS. Nové projekty a závažné problémy řeší 2 průmysloví inženýři, kteří zodpovídají pouze za toto oddělení a 1 inženýr kvality.

6.1 Funkce sestavy BMS v automobilu:

- Monitorování baterie a jejích parametrů
 - Voltáže
 - Kapacity
 - Proudů
- Vyhnout se zastavení motoru v automobilech vybavených start-stop systémem v případě slabé baterie

6.2 Layout linky BMS



Obr. 19 Layout linky BMS (interní dokumentace firmy XY)

6.3 Technologický postup

Výrobní linku lze logicky rozdělit na dvě části – výroba plastového obštríku (housingu) a výroba kompletní podsestavy (plastový obštrík svařený s kabelem). V případě první části linky (výroba obštríku) se technologický postup nemění, protože plastová část podsestavy je stejná pro celé výrobní portfolio. V druhé části linky se technologický postup mění v závislosti na typu výrobku. Jak již bylo zmíněno, výrobky se liší v závislosti na délce a typu kabelu. Další rozdílností je dodatečné zpracování kabelu – jeho ohýbání dle výkresové dokumentace. Pro účely této práce bude využito toto rozdělení výrobků:

- **Výrobky krátké** – podsestavy s kabelem kratším jak 360 mm
- **Výrobky dlouhé** – podsestavy s kabelem delším než 360 mm a s přidanými komponenty na kabelu (především plastové klipy pro uchycení sestavy v automobilu)
- **Výrobky ohýbané** – přidána další operace – ohýbání kabelu

Typičtí představitelé těchto rodin jsou zobrazeny na *Obr. 20*.



Obr. 20 Výrobky linky BMS – krátký, dlouhý, ohýbaný kabel (interní dokumentace firmy XY)

6.3.1 První část linky – výroba plastového obštríku

Na prvním pracovišti je pomocí odporového svařování zkompletována bateriová objímka a měděná destička (tzv. shunt). Poté jsou na měděnou destičku laserem navařeny kontaktní piny. Dalším mezikrokem je příprava signálních pinů, které je nutné nastříhat, ohnout do požadovaného tvaru a umístit do přípravků. Tyto přípravky jsou poté – spolu se svařenými

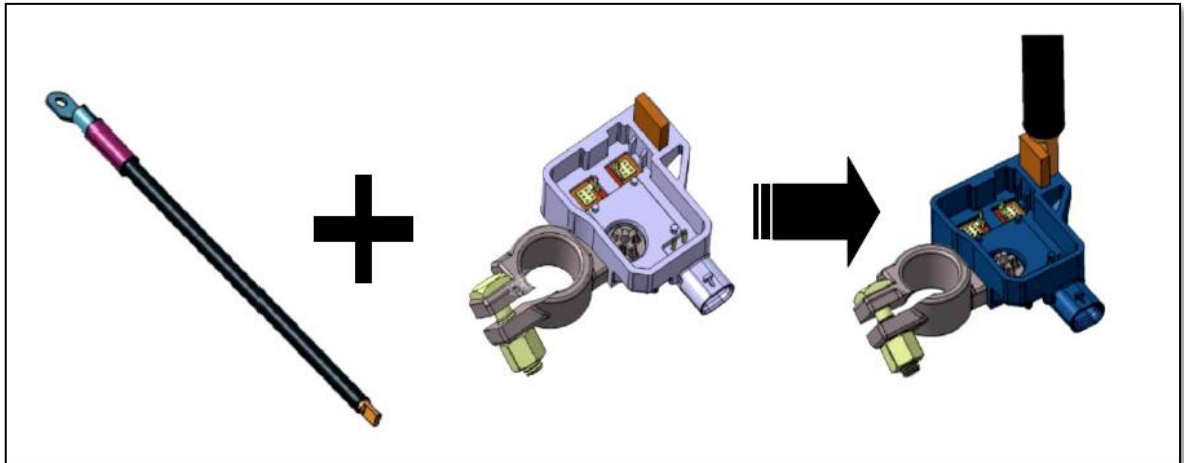
komponentami vkládány do forem a obštrikovány termoplastem. Posledním krokem je elektrické testování obštríknutých sestav. Zjednodušený postup je znázorněn na *Obr. 21*.



Obr. 21 Výroba plastového obštríku (vlastní zpracování na základě interní dokumentace firmy XY)

6.3.2 Druhá část linky – výroba finálních podsestav

V druhé části linky již dochází k drobným změnám v závislosti na délce a typu kabelu a na výsledném tvaru hotového výrobku. Společným bodem je odporové svařování plastového obštríku s kabelem a elektrické testování svařené sestavy. Pak se již postup mění: výrobky s krátkými kabely jsou vkládány do horkovzdušné pece, kde dochází ke smrštění bužírky, která slouží jako izolace vytvořeného sváru. Smršťovací bužírky na výrobcích s dlouhými kabely jsou tepelně upravovány na horkovzdušných pistolích. Důvodem tohoto kroku je jednak délka kabelu, která neumožňuje zpracovat produkt v peci a jednak přítomnost plastových komponent na kabelech, které by se zpracováním v horkovzdušné peci zdeformovaly. Po řízené deformaci izolačních bužírek je postup opět jiný a to pro výrobky s ohýbanými kabely, které je nutné okamžitě po vyjmutí z pece vytvarovat na daných přípravcích. Poté je již postup stejný pro všechny typy produktů – každý výrobek je 100% kontrolován a balen do kartonových krabic. Postup výroby finální sestavy je znázorněn na *Obr. 22*.



Obr. 22 Postup výroby finální sestavy (vlastní zpracování na základě interní dokumentace firmy XY)

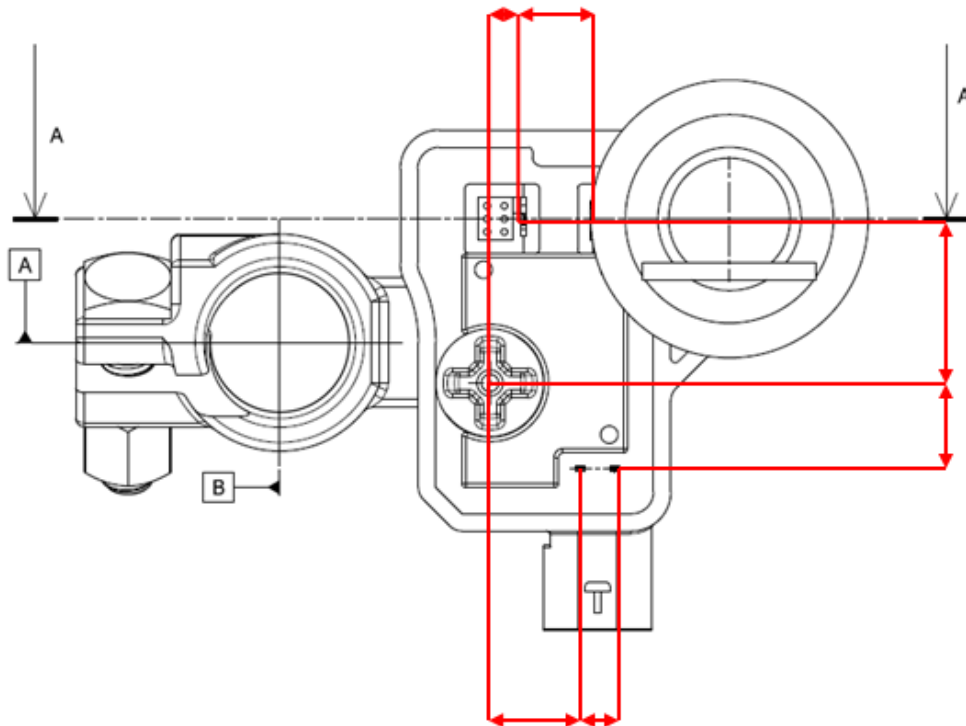
7 FÁZE DEFINOVAT

7.1 Definice problému

Firma musí každý měsíc vynakládat přes 40 tis. Kč týdně⁶ kvůli zajištění kvality produktů linky BMS externí firmou provádějící 100% kontrolu výstupu linky. Tyto dodatečné náklady tedy činí zhruba 2,25 mil. Kč ročně. Nutnost této kontroly vychází zejména z výskytu špatné pozice pinů (závada bude podrobněji popsána v další části práce), ale i ostatních vad, jejichž četnost a význam bude nutné analyzovat. Požadavkem managementu je nalézt alternativní řešení vedoucí k redukci nákladů plynoucích z nutnosti dodatečné kontroly.

7.2 Definice neshody nesprávné pozice pinů

Nesprávnou pozicí pinů jsou míněny rozměry mimo tolerance zvýrazněné na *Obr. 23*.



Obr. 23 Rozměry definující pozici pinů (vlastní zpracování)

⁶ Částka se liší podle skutečného počtu vyrobených kusů

V minulosti bylo provedeno mnoho analýz, ze kterých byla určena kořenová příčina problému, kterým je špatné konstrukční řešení pracoviště laserového svařování kontaktních pinů. Vzhledem k tomu, že by nebylo rentabilní, vzhledem k délce trvání projektu (předpokládaným koncem je rok 2015, kdy by měl stávající produkt nahradit produkt jiný), pořízovat zařízení nové, rozhodl se management firmy eliminovat dodatečnou 100% kontrolu prováděnou externí firmou a tím snížit náklady na její provádění.

7.3 Definice ostatních neshod

Ostatní neshody bude nutné v dalších částech projektu nejprve identifikovat jednak z přijatých zákaznických reklamací, jednak z reportů, které externí firma provádějící externí kontrolu předkládá pravidelně každý týden.

7.4 Cíl projektu

Eliminace 100% kontroly prováděné externí firmou – nalezení alternativního způsobu provádění kontrolních mechanismů linky BMS vedoucí k eliminaci nákladů na 100% kontrolu při zachování daných kvalitativních ukazatelů do ledna 2015.

7.5 Stanovení týmu

Vedoucí týmu: Petr Zemánek. (vedoucí linky BMS, vlastník procesu)

Členové týmu: Bc. Jan Osička (průmyslový inženýr)

Ing. Jiří Šimek (inženýr kvality)

Ing. Roman Malach (průmyslový inženýr)

Radek Toulec (kontrolor kvality)

Ing. Pavlína Pivodová (vedoucí diplomové práce)

7.6 Časový plán projektu

Časový plán projektu (Tab. 6) je rozdělen do jednotlivých fází DMAIC. Vyplývá z něho, že plánovaná délka projektu je 22 týdnů a musí být ukončen v lednu 2015.

Tab. 7 Projektová listina (vlastní zpracování)

Výrobek/Služba	BMS	Proces	Linka BMS			
Vedoucí projektu	Petr Zemánek	Telefon				
Začátek - datum	33/2014	Konec - datum	04/2015			
Položka	Popis					
1. Cíl projektu:	Popis účelu projektu.	Eliminace 100% kontroly prováděné externí firmou				
2. Proces:	Proces, na který je projekt zaměřen.	Výroba všech produktů linky BMS a jejich následná kontrola				
3. Účel:	Které zlepšení je cílem a jaký bude dopad na kritické obchodní metriky.	Metrika	Počátek	Cíl	Zlepšení %	YTD
		VA index	0,032	0,1	312%	
		Interní PPM	< 550	<450	82%	
		Dodatečné náklady na kontrolu	60 tis. Kč/týden	0 Kč	100%	
4. Finanční výsledky:	Jaká bude dosažena úspora	3, 018 mil. Kč/rok				
5. Výhody/užitek:	Jaká bude výhoda /užitek z projektu, kromě úspory.	Zvýšení koeficientu přidané hodnoty, snížení interního PPM, snížení nákladů na kontrolu				
6. Sponzor projektu:	Seznam BB, kteří mají dohled nad projektem.	Petr Zemánek				
7. Členové týmu::	Seznam jmen a zodpovědností členů týmu.	Jan Osička, Roman Malach, Jiří Šimek, Radek Toulec, Pavlína Pivodová				
8. Plán :	Určení cílů a klíčových termínů.	Měření	Kt 33/2014			
		Analýza	Kt 52/2014			
		Improve	Kt 45/2014			
		Control	Kt 48/2014			
		Projekt je dokončen	Kt 04/2015			
9. Požadovaná podpora:	Potřebujete spec. schopnosti, školení, software atd.?					

K určení VA indexu na počátku projektu byla vytvořena mapa hodnotového toku (Příloha PI). Tento index je 0,032 a dílčím cílem projektu je odstranění činností nepřidávajících hodnotu a tím zvýšit jeho hodnotu na 0,1.

7.8 Riziková analýza projektu

Tab. 8 Riziková analýza projektu (vlastní zpracování)

ID	Hrozba	pravděpodobnost hrozby	Scénář	pravděpodobnost scénáře	celková pravděpodob- nost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Nesplnění termínu	0,5	Prodloužení termínu způsobí nedostatek kapacit členů týmu	0,9	0,45	Prodloužení termínu eliminace 100% kontroly	Tvorba rizikového plánu	Analýza kritické cesty, pravidelná kontrola akčního plánu
2	Nesplnění kvalitativních požadavků	0,4	Zvýšený počet reklamací	0,5	0,20	Vícenáklady plynoucí z reklamací	Akceptovatelné riziko	MSA, Kontrolní plány
3	Nesplnění kapacitních požadavků	0,2	Linka nebude schopna pokrýt požadavky zákazníka	0,1	0,02	Vliv na počet pracovníků na směně	Akceptovatelné riziko	MOST, přímé měření pracovních operací
4	Nedostatečné zaškolení pracovníků linky	0,4	Operátoři nebudou důsledně provádět nové operace	0,5	0,20	Zvýšené množství reklamací	Akceptovatelné riziko	Dohledatelnost vady dle operátora
5	Nedostatek finančních prostředků na projekt	0,1	Kvůli nedostatku finančních prostředků bude nutné snížit počet členů týmu	0,1	0,01	Dopad na kapacitu ostatních členů týmu	Akceptovatelné riziko	

Riziková analýza (Tab. 8) byla provedena metodou RIPRAN. Členové týmu vidí jako největší riziko nesplnění termínu. To by způsobilo nejen ohrožení tohoto projektu, ale i zavádění nové výroby. Jako nápravné opatření budou nastaveny pravidelné týdenní meetingy i s podporou managementu, kde se budou případné časové prodlevy včas řešit. Na základě rizikové analýzy bude stanovena kritická cesta projektu, na základě které bude vytvořen

akční plán. Důsledným a pravidelným sledováním jednotlivých kroků projektu (prioritně samozřejmě činností, které budou kritickými) bude zamezeno prodloužení doby trvání projektu. Dále bude stanovena zastupitelnost každého člena týmu.

7.9 Stanovení kritické cesty

Pro stanovení kritické cesty projektu a pro výpočet celkové předpokládané doby trvání projektu bude využito programu WinQSB.

Tab. 9 Podklad pro výpočet kritické cesty projektu (vlastní zpracování)

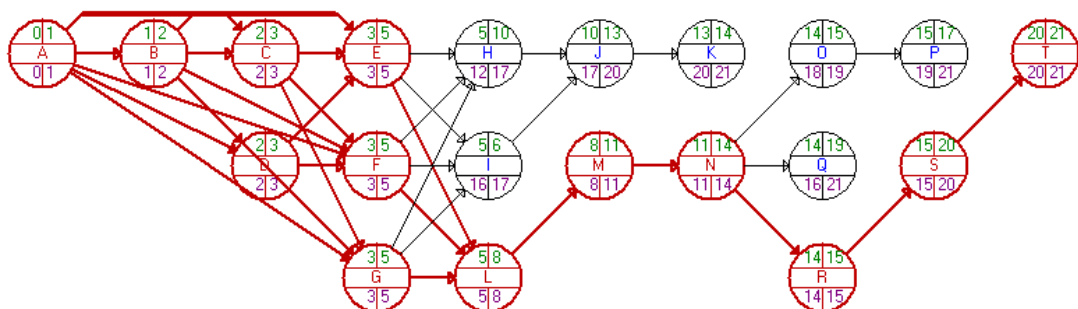
Označení	Název dílčí části projektu	Předpokládaná časová náročnost (v týdnech)
	<i>Fáze definovat</i>	
A	Definice problému	1
B	Určení projektového týmu	1
C	Časový plán	1
D	Riziková analýza	1
	<i>Fáze měřit</i>	
E	MSA kontroly pozice pinů	2
F	Sběr a sumarizace dat ze sběrných karet	2
G	Sběr a sumarizace dat z přijatých reklamací	2
	<i>Fáze analyzovat</i>	
H	Ověření kontrolního mechanismu	5
I	Stanovení využitelného časového fondu	1
J	MOST	3
K	Ověření vlivu umístění kontroly do linky	1
L	Stanovení ostatních nejzávažnějších neshod	3
M	Analýza ostatních nejzávažnějších neshod	3
N	Tvorba potenciálních řešení a výběr nejlepších	3
	<i>Fáze zlepšovat</i>	
O	Stanovení pilotního výrobku	1
P	Tvorba kontrolních mechanismů	2
Q	Zaučování operátorů	5
R	Tvorba pracovních postupů	1
	<i>Fáze kontrola</i>	
S	Zavedení a optimalizace kontrolních mechanismů	5
T	Výpočet a stanovení přínosů projektu	1

V tabulce Tab. 9 jsou uvedeny jednotlivé základní milníky projektu včetně předpokládané doby trvání. Na obrázku Obr. 24 je uvedeno, zda-li se milník nachází na kritické cestě,

doba trvání, nejčasnější a nejpozdější možný start, nejčastější a nejpozději možný konec práce na jednotlivých milnících.

06-01-2014 20:22:27	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	1	0	1	0	1	0
2	B	Yes	1	1	2	1	2	0
3	C	Yes	1	2	3	2	3	0
4	D	Yes	1	2	3	2	3	0
5	E	Yes	2	3	5	3	5	0
6	F	Yes	2	3	5	3	5	0
7	G	Yes	2	3	5	3	5	0
8	H	no	5	5	10	12	17	7
9	I	no	1	5	6	16	17	11
10	J	no	3	10	13	17	20	7
11	K	no	1	13	14	20	21	7
12	L	Yes	3	5	8	5	8	0
13	M	Yes	3	8	11	8	11	0
14	N	Yes	3	11	14	11	14	0
15	O	no	1	14	15	18	19	4
16	P	no	2	15	17	19	21	4
17	Q	no	5	14	19	16	21	2
18	R	Yes	1	14	15	14	15	0
19	S	Yes	5	15	20	15	20	0
20	T	Yes	1	20	21	20	21	0
	Project Completion Time	=	21	weeks				
	Number of Critical Path(s)	=	18					

Obr. 24 Výpočet kritické cesty projektu (vlastní zpracování v programu WinQSB)



Obr. 25 Grafické znázornění kritické cesty projektu (vlastní zpracování v programu WinQSB)

Na obrázku Obr. 25 je grafické znázornění kritické cesty. Červeně zvýrazněné fáze projektu musí být splněny za stanovenou dobu. V případě, že se tomu tak nestane, bude o toto zpoždění prodloužena doba trvání celého projektu.

Z tabulky vygenerované programem WinQSB (*Obr. 25*) je též možné vyčíst celkovou dobu trvání projektu – 21 týdnů.

8 FÁZE MĚŘIT

8.1 100% kontrola prováděná externí firmou

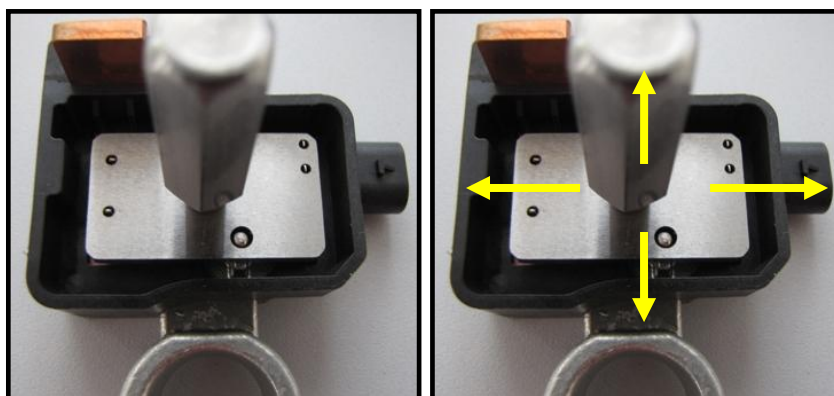
Po zhotovení výrobků na lince BMS jsou palety převezeny do meziskladu a následně na pracoviště 100% kontroly (které se nachází v areálu firmy).

Externí kontrola kvality spočívá v následujících krocích:

- 1) Odstranit ochrannou fólii, kterou jsou zabezpečeny kartonové krabice na paletě
- 2) Uchopit krabici, přenést ji na stůl a rozbalit ji
- 3) Každou sestavu vizuálně zkontrolovat
- 4) Na každé sestavě provést kontrolu pozice pinů, případně tyto piny dorovnat k tomuto účelu určeným přípravkem
- 5) Každou sestavu označit lihovým fixem
- 6) Zkontrolované sestavy opět zabalit
- 7) Krabice opět umístit na paletu a zajistit ochrannou fólií

8.2 Technologický postup 100% kontroly

- Vložení kovové měrky do plastového obštíku. V případě, že měrka do obštíku nezapadne vlastní vahou je nutné pohybem přípravku piny dorovnat do požadované pozice (viz Obr. 26)



*Obr. 26 Vizualizace dorovnávaní pozice pinů pomocí přípravku
(interní dokumentace firmy XY)*

- Dále jsou opticky kontrolovány vady:
 - Neúplné balení
 - Špatná výška pinů
 - Drátek skrz bužírku
 - Špona na plastovém obštířku
 - Chybějící či poškozený identifikační štítek
 - Špatně zhutněné drátky u sváru kabelu a obštířku
 - Špatná pozice klipů na kabelu, chybějící klip
 - Další vady

8.3 Fáze měřit – špatná pozice pinů

Tato neshoda, přestože dle pracovníků externí kontroly postihuje až 90% vyrobené produkce, není sledována. Přesněji řečeno ve firmě neexistuje žádný pravidelný záznam o počtu výrobků se špatnou pozicí pinů. Dále bylo zjištěno, že nastavený kontrolní mechanismus nebyl nikdy ověřen.

8.3.1 MSA kontroly a dorovnávání pinů pracovníky externí kontroly

Podrobný popis kontroly pozice pinů:

- **Krok 1:** Pracovník vloží do plastového obštířku kovový přípravek
- **Krok 2:** V případě, že přípravek vlastní vahou nezapadne do plastového obštířku, je nutné pohybem přípravku piny dorovnat
- **Krok 3:** Kontrola správné pozice pinů se provádí otočením plastového přípravku tak, aby samovolně vypadl
- **Krok 4:** V případě, že přípravek nevypadne je nutné dorovnání pinů (krok 2) opakovat

Protože analýza systému kontroly nebyla dosud ve firmě provedena, bude realizováno dvojí šetření:

- a) Ověření systému kontroly a dorovnávání přípravkem bez následného samovolného vypadnutí přípravku
- b) Ověření systému kontroly a dorovnávání přípravkem s následným ověřením samovolného vypadnutí přípravku

Smyslem je zjistit, jestli je nutné kontrolu samovolného vypadnutí provádět. Pro obě varianty bylo připraveno 20 vzorků, které byly následně vyhodnoceny 5 operátory. Každý operátor prováděl dvojí měření každého z 20 ks. K provedení analýzy bylo využito programu Minitab 16.

a) MSA pro kontrolu pozice pinů bez kontroly samovolného vypadnutí přípravku

Každý operátor hodnotil všech 20 ks dvakrát. Z části „Within Appraisers (Obr. 27) – opakovatelnost měření jednoho operátora“ vyplývá, že všichni operátoři až na jednoho (Jitka) vyhodnotili obě dvě měření stejně (tedy OK nebo NOK).

Within Appraisers

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
Jirka	20	20	100,00	(86,09; 100,00)
Jitka	20	19	95,00	(75,13; 99,87)
Lada	20	20	100,00	(86,09; 100,00)
Radek	20	20	100,00	(86,09; 100,00)
Zuzana	20	20	100,00	(86,09; 100,00)

Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
Jirka	NOK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
	OK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
Jitka	NOK	0,88604	0,223607	3,96249	0,0000
	OK	0,88604	0,223607	3,96249	0,0000
Lada	NOK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
	OK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
Radek	NOK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
	OK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
Zuzana	NOK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
	OK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000

Between Appraisers

Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
20	12	60,00	(36,05; 80,88)

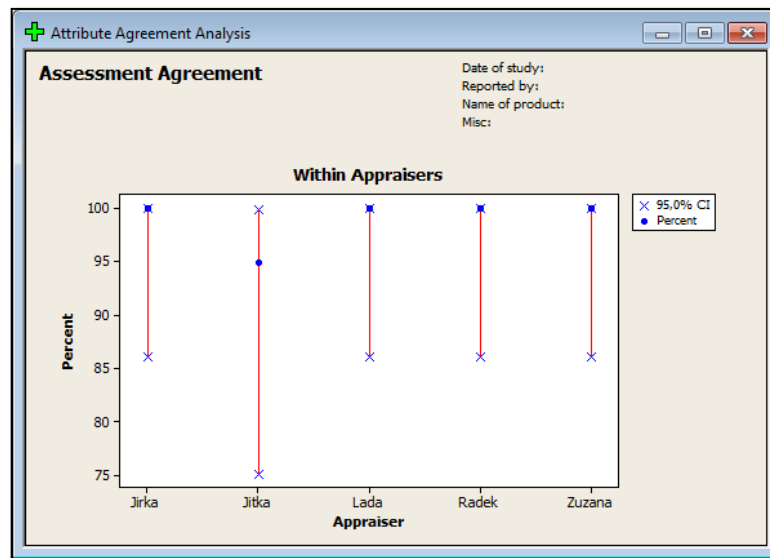
Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
NOK	0,539252	0,0333333	16,1776	0,0000
OK	0,539252	0,0333333	16,1776	0,0000

Obr. 27 Výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 – kontrola bez samovolného vypadnutí kontrolního přípravku (vlastní zpracování)

Operátorka Jitka pak jeden z 20 výrobků vyhodnotila jinak (jednou OK, jednou NOK). Rozptyl měření operátorky je pak znázorněn na Obr. 28. Dalším sledovaným jevem je reprodukovatelnost měření, tedy poměr kdy se všichni operátoři shodnou na stejném výsledku kontroly. Z části „Between Appraisers“ (Obr. 27) vyplývá, že se tak stalo pouze v 60 % celkového měření.



Obr. 28 Opakovatelnost měření jednotlivých operátorů – výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 (vlastní zpracování)

a) MSA pro kontrolu pozice pinů s kontrolou samovolného vypadnutí přípravku

Within Appraisers

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
Jirka	20	20	100,00	(86,09; 100,00)
Jitka	20	20	100,00	(86,09; 100,00)
Lada	20	17	85,00	(62,11; 96,79)
Radek	20	20	100,00	(86,09; 100,00)
Zuzana	20	20	100,00	(86,09; 100,00)

Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
Jirka	NOK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
	OK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
Jitka	NOK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
	OK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
Lada	NOK	0,69309	0,223607	3,09961	0,0010
	OK	0,69309	0,223607	3,09961	0,0010
Radek	NOK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
	OK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
Zuzana	NOK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000
	OK	1,00000	0,223607	4,47214	0,0000

Obr. 29 Výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 – kontrola se samovolným vypadnutím kontrolního přípravku (vlastní zpracování)

Between Appraisers

Assessment Agreement

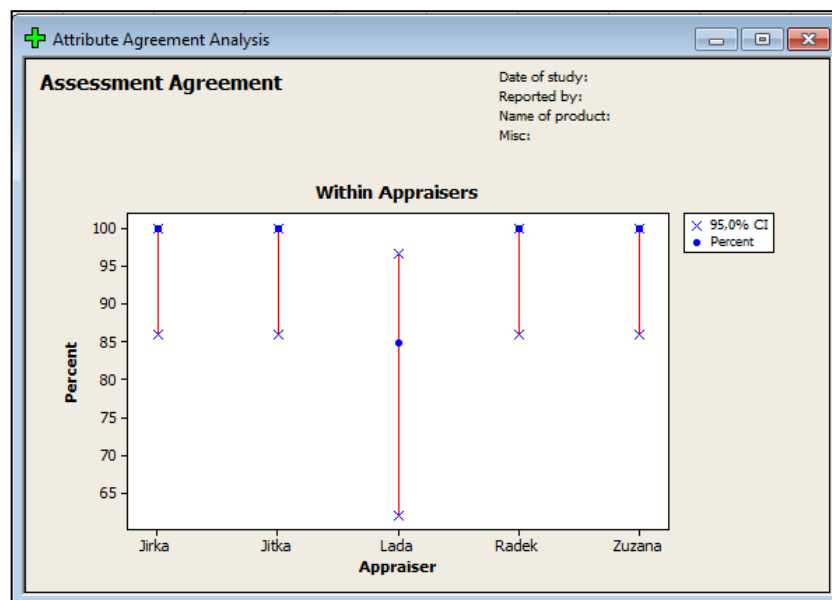
# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
20	12	60,00	(36,05; 80,88)

Matched: All appraisers' assessments agree with each other

Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
NOK	0,599231	0,0333333	17,9769	0,0000
OK	0,599231	0,0333333	17,9769	0,0000

Obr. 30 Výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 – kontrola se samovolným vypadnutím kontrolního přípravku (vlastní zpracování)



Obr. 31 Opakovatelnost měření jednotlivých operátorů – výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 (vlastní zpracování)

I v případě druhé varianty hodnotil každý operátor všech 20ks dvakrát. Opět je evidentní, že bude celkový výsledek znehodnocen díky jednomu operátorovi (Lada) – viz. Obr. 30 a Obr. 31, který 20 kontrolovaných kusů vyhodnotil stejně 17x, 3 kusy pak vyhodnotil jednou OK, jednou NOK.

Výsledek reprodukovatelnosti měření je opět 60%, neboť všichni operátoři se na stejném výsledku kontroly shodli pouze v 12 z 20 případů – viz Obr. 30.

8.3.2 Zhodnocení analýzy kontrolního systému

V případě obou analyzovaných variant bylo zjištěno, že nastavený kontrolní mechanismus není dostatečný.

Dle pozorování průběhu kontroly a rozhovorů s operátory jsou problémem:

- **V případě varianty bez obracení** – vysoká míra subjektivity při vyhodnocování skutečnosti, zda přípravek zapadl vlastní vahou do obstříku „dostatečně samovolně“.
- **V případě varianty s obracením** – problém představují kabely, které znemožňují jednoduchou a plynulou manipulaci – vyklopení přípravku

8.4 Fáze měřit – ostatní neshody

8.4.1 Analýza přijatých reklamací a sběrných karet neshodné výroby

Externí přijaté reklamace za rok 2013:

- Dostatečně nenaříznutý grommet – dodavatelská reklamace
- Špatná pozice signálních pinů – piny jsou nedostatečně obstríknuty termoplastem
- Záměna smršťovacích bužírek – k zakrytí sváru byl použit jiný typ smršťovací bužírky
- Opakující se sériové číslo na identifikačním štítku sestavy
- Špatná pozice klipů – klipy jsou součástí kabelu – dodavatelská reklamace
- Chybějící označení obstríku po testování – po každém testování plastového obstríku je do něj vyražena hvězda
- Šroub bateriové objímky jde zcela odšroubovat – dodavatelská reklamace
- Špatná pozice signálních pinů – špatná pozice signálních pinů zapříčinila špatnou výšku signálních pinů
- Popálená smršťovací bužírka
- Špatně zhutněné (zkompatované) drátky
- Výskyt pohledových vad na plastovém obstríku v oblasti horkého vtoku
- Špatný tvar kabelu u jednoho z ohýbaných kabelů
- Chybějící izolepa přidržující gumovou komponentu na kabelu – dodavatelská vada

Dále je v tabulce (Tab. 10) uveden seznam a počet vad výsledovaných externí firmou za celý rok 2013. Tyto neshody jsou následně seřazeny dle výskytu (*Obr. 32*).

Tab. 10 Neshody vysledované externí firmou v roce 2014
(vlastní zpracování)

Popis neshody	Počet (ks)
Neúplné balení	163
Poškozený povrch kabelu	143
Poškozené oko - dodavatelská vada	113
Bužírka nekryje drátky	100
Poškozená bužírka	100
Špatná pozice signal pinu (výška, posun)	95
Poškozený laser pin	81
Drátek skrz bužírku	60
Otřep na laser pinu	50
Popálená bužírka	47
Špóna na výlisku	38
Poškozený výlisek	35
Chybí štítek	30
Špóna uvnitř bužírky	24
Otřep/ostřina na GND pinu (na clampu)	23
Chybí hvězdička	17
Poškozený GND pin	16
Poškozený pin opravou	16
Poškozený konektor	14
Padá/chybí pin.	7
Poškozený štítek	6
Poškozený PCB stoper	4
Popálený konektor	2
Výška GND pinu (na clampu)	1
Klip chybí	1
Poškozený clamp - poškozeny krček	1
Kovová špóna/nečistota na clampu	1
Lom na výlisku	1

Je patrné, že dle tabulky *Tab. 10*, jejíž výsledky jsou graficky znázorněné na grafu *Obr. 32* jsou nejčastějšími neshodami tyto vady: neúplné balení, poškozený povrch kabelu, poškozené oko, nedostatečně zakryté dráty izolační bužírkou a poškozená bužírka. Tato jednoduchá analýza ale pouze přináší přehled nejčastějších závad, nehovoří nic o závažnosti a odhalitelnosti. Proto bude v další fázi vytvořena kritériální tabulka, kde budou všechny neshody posouzeny na základě všech kritérií.



Obr. 32 Neshody za rok 2013 dle počtu (vlastní zpracování)

8.4.2 Získání hlasu zákazníka

Aby tým získal jednak ověření, že všechny neshody sledované v rámci sběrných karet neshod jsou skutečně neshodami, které nejsou zákazníkem akceptovány, ale především aby bylo možné přesněji definovat, v jakém rozsahu jsou jednotlivé neshody případně akceptovatelné a v jakém rozsahu již ne, byl vytvořen katalog chyb s jejich podrobným popisem a přiloženou fotodokumentací. Fotodokumentace zahrnovala především vzorky definující „ještě přijatelnou“ a „již nepřijatelnou vadu“ (tedy tzv. hraniční vzorky). Tyto vzorky pak představovaly návrh firmy XY na přesnější definování jednotlivých neshod.

Ke každé neshodě pak byla vytvořena jednoduchá tabulka sloužící ke kategorizaci požadavků zákazníka (Obr. 33).

Katalog neshod

Poškození izolace kabelu

- Velikost poškození
- Hloubka poškození (povrchová izolace, základní materiál)
- Míra poškození

- Příčina poškození (mechanické, popálení, pořezání atd.)


Poškození smršťovací bužírky

- Velikost poškození
- Hloubka poškození
- Umístění bužírky
- Míra poškození
- Příčina poškození (mechanické, popálení, pořezání atd.)

Poškození kabelového oka

- Velikost a míra poškození
- Hloubka poškození (povrchová úprava, základní materiál)
- Umístění poškození
- Množství poškození

Ostatní vady sledované v rámci sběrných karet

Kano analysis					
Category:		Cabel eyelet			
Description:		Damage of surface (size of damage)			
Proposal:		Scratches less than 3 mm are OK			
Attached picture:					
					
XY Valls statement:		Negative question			
		Nice to have	Matter of course	Not needed	Probably don't like it
Positive question	Nice to have				
	Matter of course				
	Not needed				
	Probably don't like it				

Obr. 33 Podklad pro Kano analýzu (interní dokumentace firmy XY)

Dle obdržených dotazníků pak byly neshody rozděleny do tří kategorií:

- a) **Neuspokojující** – zákazník nepřijal naše návrhy na definování ještě přijatelných a již nepřijatelných neshod. K těmto návrhům bylo vyžádáno definování zákazníkem a problematika byla dále komunikována tak, aby byla nalezena taková míra neshody, kterou bude zákazník považovat minimálně za uspokojující.
- b) **Uspokojující** – zákazník přijal naše návrhy u neshod, jejichž absenci pokládá za samozřejmou
- c) **Přinášející nadšení** – zákazník přijal naše návrhy u neshod, jejichž absence by ho potěšila, ale i v případě výskytu by (při stanovených parametrech neshody) nic nenamítal

8.4.3 Zhodnocení analýz sběrných karet neshod a přijatých reklamací

V této kapitole byl uveden výčet reklamovaných vad výrobků linky BMS, jež byly přijaté a schválené kompetentními pracovníky. Výskyt reklamace bude důležitý pro stanovení výše kritériální váhy pro určení nejzávažnějších neshod ve výrobě. Dále byly analyzovány sběrné karty neshod, které společnosti XY každý týden poskytuje firma provádějící externí kontrolu výrobků linky BMS. Četnost neshody bude opět zohledněna pro stanovení nejdůležitějších vad nutných k řešení.

Dále bylo zjištěno, že nejzávažnější neshoda (špatná pozice pinů pro následné strojí nasazení tištěného spoje zákazníkem) není interně sledována. A to i přesto, že právě tato neshoda zapříčinila outsourcing kontroly kvality produkce linky. Dle informací od externí firmy tato vada postihuje až 90% produktů linky BMS.

V neposlední řadě byla navázána intenzivní komunikace se zákazníkem a dodavatelem komponent ohledně všech neshod sledovaných na lince v roce 2014. Byl vytvořen katalog všech neshod s popisem a fotografiemi neshod. V prvním kole jednání byly definovány tři základní úrovně neshod: neuspokojující (u kterých byla v dalších kolech jednání hledána míra neshody, kterou by zákazník považoval za uspokojující), uspokojující (zákazník přijal naše návrhy na identifikaci neshod u neshod, jejich absenci považuje za samozřejmou) a přinášející nadšení (zákazník přijal naše návrhy na identifikaci neshod u vad, jejichž absenci nepovažuje za samozřejmou). Cílem této, tzv. Kano analýzy, bylo najít takové hranice neshody, které by přispěly k lepšímu vyhodnocování kvality při 100% vizuální kontrole, při které jsou kritéria pro posouzení velmi často deformována subjektivním posuzováním.

Výsledkem této snahy bude zavedení přesnějších a jasnějších metod posuzování neshod do pracovních postupů (ve fázi Implementace a Řízení).

9 FÁZE ANALÝZA

9.1 Fáze Analýza - nesprávná pozice pinů

V kapitole 8.3.1 bylo zjištěno, že kontrolní mechanismus pro kontrolu pozice pinů není dostatečný. Jako důvody byly stanoveny jednak vysoká míra subjektivity při kontrole pinů pouhým vložením přípravku do plastového obštíku a jednak obtížná manipulace s finálním dílem (tedy plastovým obštíkem s navařeným kabelem) u varianty s obrácením za účelem samovolného vypadnutí přípravku. Z těchto výsledků vyplývá, že je nutné najít jiné řešení, jak kontrolu pozice pinů provádět.

Pomocí brainstormingu bylo stanoveno toto potenciální řešení: kontrola pozice pinů a jejich dorovnání bude probíhat na samotných plastových obštících (tedy v rámci výrobního procesu linky, ještě před svařením s kabelem). Protože lze plastový dílec jednoduše obracet je možné odstranit značnou část subjektivity vzniklé při pouhém vkládání kontrolního přípravku do obštíku. Zároveň samozřejmě odpadá obtížnost s manipulací při vyklápení kontrolního přípravku.

Dále byla stanovena potenciální rizika tohoto řešení:

- Vliv kontroly pozice pinů na takt time linky
- Možné mechanické poškození pinů v dalších technologických operacích
- Vliv tepla (svařování, smršťování bužírek) na pozici pinů
- Nedostatečnost nastaveného kontrolního mechanismu

9.1.1 Ověření zamýšleného kontrolního mechanismu

K ověření zamýšleného kontrolního mechanismu bude stejně jako v kapitolách 8.3.1 použito MSA pro atributivní data.

Pro test bylo vybráno 41 ks plastových obštíků. Hodnotitelů bylo opět 5, přičemž každý z nich kontroloval všech 41 ks dvakrát. Výsledky analýzy jsou uvedeny na obrázku (Obr. 34).

Z odstavce pro opakovatelnost měření („Within Appraisers“) vyplývá opět 100% shoda mezi prvním a druhým měření v případě 4 hodnotitelů. Jeden operátor v jednom případě vyhodnotil jeden kus s opačným výsledkem nežli kus druhý (Obr. 34 a Obr. 35). Přesto se spolehlivost jeho měření pohybuje v intervalu od 87,14 do 99,94%.

V případě reprodukovatelnosti bylo dosaženo daleko lepších výsledků nežli u hodnocení kompletních sestav. Ze 41 provedených kontrol se všech 5 operátorů shodlo v 39 případech.

Date of study: 7. 1. 2014
 Reported by: Jan Osička
 Name of product: Obstřík BMS
 Misc:

Within Appraisers

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
Dan	41	41	100,00	(92,95; 100,00)
Jirka	41	41	100,00	(92,95; 100,00)
Láďa	41	40	97,56	(87,14; 99,94)
Radek	41	41	100,00	(92,95; 100,00)
Věra	41	41	100,00	(92,95; 100,00)

Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
Dan	NOK	1,00000	0,156174	6,40312	0,0000
	OK	1,00000	0,156174	6,40312	0,0000
Jirka	NOK	1,00000	0,156174	6,40312	0,0000
	OK	1,00000	0,156174	6,40312	0,0000
Láďa	NOK	0,93599	0,156174	5,99324	0,0000
	OK	0,93599	0,156174	5,99324	0,0000
Radek	NOK	1,00000	0,156174	6,40312	0,0000
	OK	1,00000	0,156174	6,40312	0,0000
Věra	NOK	1,00000	0,156174	6,40312	0,0000
	OK	1,00000	0,156174	6,40312	0,0000

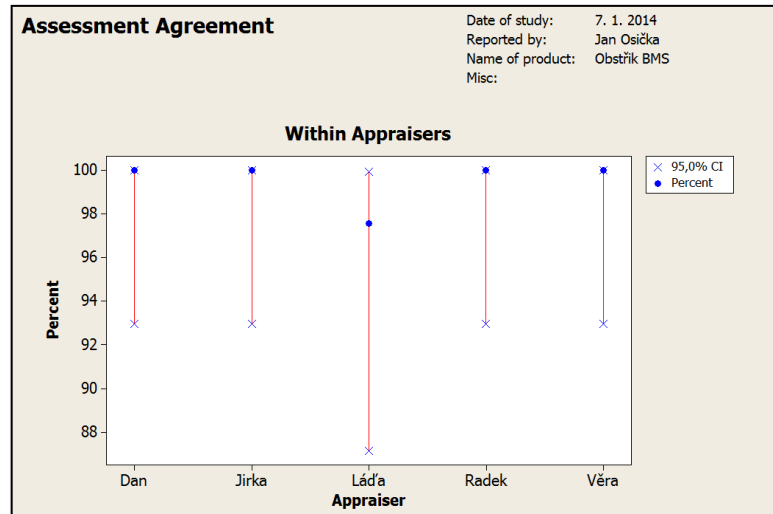
Between Appraisers

Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
41	39	95,12	(83,47; 99,40)

Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

*Obr. 34 Výsledky MSA analýzy v programu Mini-tab 15 – kontrola samostatného plastového ob-
 stříku (vlastní zpracování)*



Obr. 35 Opakovatelnost kontroly jednotlivých operátorů – prezentace výsledků v programu Minitab 15 (vlastní zpracování)

Tento výsledek ukazuje, že spolehlivost nastaveného kontrolního systému spolehlivý je 95, 12%. Lze jej tedy považovat za spolehlivý.

9.1.2 Umístění kontrolního mechanismu

Jediným logickým umístěným ověřeného kontrolního mechanismu je samozřejmě první část linky, neboť v druhé části je již na začátku výrobního procesu navařován kabel.

V první části linky je pak možné kontrolu umístit pouze na pracoviště, jejichž výstupem je obstříknutý polotovar, neboť kontrola se provádí právě na něm. Těmito pracovišti jsou:

- Pracoviště 342, 343 – Obstřík termoplastem
- Pracoviště 344 – Testování plastového obstříku

Projektový tým se rozhodl primárně kontrolu směřovat na pracoviště 344, neboť je posledním pracovištěm této části linky.

Aby bylo možné ověřit vliv implementace kontroly na cyklus čas linky, bude v rámci analýzy nejprve nutné stanovit využitelný časový fond linky (jednotlivých pracovišť linky) a určit zákaznický takt time.

9.1.3 Výpočet využitelného časového fondu jednotlivých pracovišť

Tab. 11 Výpočet využitelného fondu pracovní doby (vlastní zpracování)

Název pracoviště	Celkový čas. fond [min]	Zákonná přestávka [min]	Disponibilní čas. fond [min]	Přirážka na odpočinek	Přirážka na zdržení	Využitelný čas. fond [min]
340 - Svářečka objímky se shuntem	720	60	660	1%	5,60%	616
341 - Laserové svařování pinů				1%	5,60%	616
342 - Vstříkovací stroje				1%	5,00%	620
343 - Příprava a zakládání signal pinů				1%	5,60%	616
344 - OVM tester				1%	5,60%	616
345 - Kompaktování kabelů				1%	8,03%	600
346 - Sváření overmoldingu s kabelem				1%	8,03%	600
356 - Sváření overmoldingu s kabelem				1%	8,03%	600
347 - EOL tester				1%	9,75%	589
348 - Smrštění bužirek (horkovzd. pistole)				1%	3,50%	630
349 - Smrštění bužirek (pec)				1%	3,50%	630
350 - ohýbání kabelů				3%	3,50%	617
351 - 100% kontrola				3%	3,50%	617
353 - balení				1%	3,50%	630

Pro stanovení přirážky na odpočinek bylo projektovým týmem rozhodnuto, že bude činit 1% z disponibilního časového fondu u pracovišť s výjimkou pracovišť 350 – ohýbání kabelů (fyzicky namáhavé) a 351 – 100% kontrola (náročné na pozornost).

V přirážce za zdržení bylo zohledněno provádění údržby dle TPM standardů k jednotlivým strojům, studium pracovních postupů, pravidelné výměny opotřebovaných komponent a úklid stroje na konci směny. Vše výše uvedené je znázorněno v tabulce Tab. 11.

9.1.4 Výpočet zákaznického takt time

Požadavkem zákazníka je 35 000 ks sestav týdně. Práce na lince BMS probíhá 7 dní v týdnu, 24 hodin.

Dle pracoviště s nejmenším využitelným časovým fondem (347 – EOL tester, 589 min z celkových 720 je 81,8%) činí využitelný týdenní časový fond linky $7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,818 = 494\,726,4$ sekund.

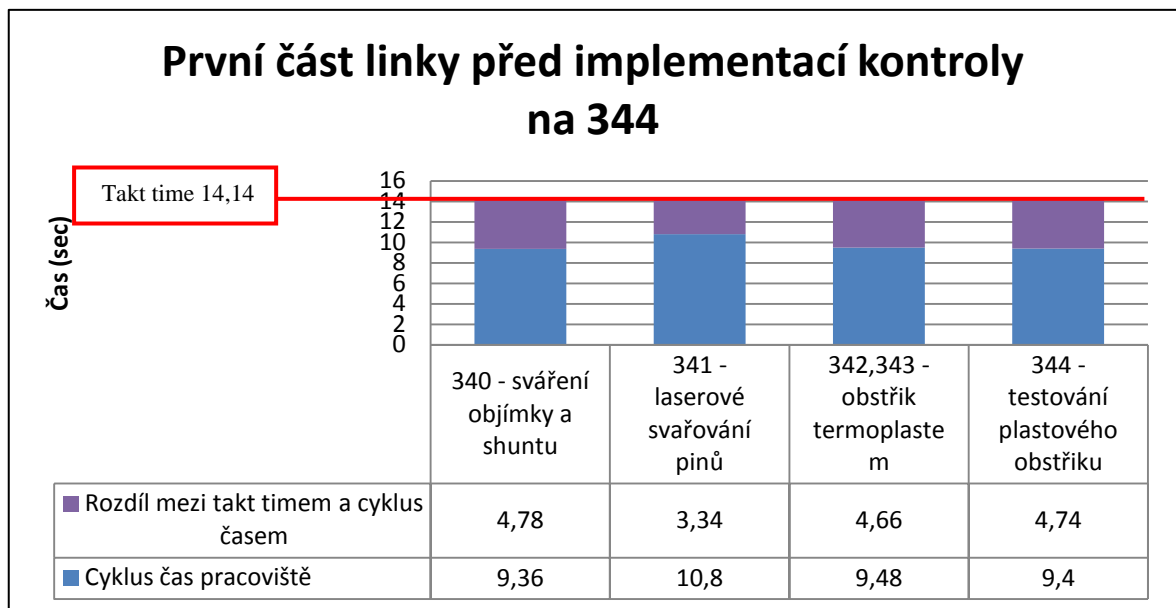
Vydělíme-li tento fond počtem požadovaných kusů, dostaneme výsledný zákaznický takt time, který činí 14, 14 sekund na jeden kus.

9.1.5 Stanovení cyklus časů jednotlivých pracovišť

Pro analýzu všech úseků bylo využito Basic MOST karty. Zjištěné výsledné časy cyklu pro tři sledované výrobní rodiny zobrazuje *Tab. 12*.

Tab. 12 Stanovení cyklus časů pracovišť pomocí metody Basic MOST (vlastní zpracování)

Pracoviště	Ohýbané	Krátké	Dlouhé
340 - sváření objímky a shuntu		9,36	
341 - laserové svařování pinů		10,8	
342,343 - obštrik termoplastem		9,48	
344 - testování plastového obštriku		9,4	
345 - kompaktování kabelu	10,6	9,43	14
346 - sváření obštriku s kabelem	12,1	12,1	15,7
345 - navlékání bužírek	4,94	3,5	4,39
356 - sváření obštriku s kabelem	13,2	13,2	15,7
347 - testování svařených sestav	11,2	10,8	10,1
348 - ruční smršťování			8,64
351 - ohýbání sestav	6,12		
353 - 100% kontrola a balení	7,33	9,63	10,3



Obr. 36 Cyklus časy pracovišť první části linky v porovnání se zákaznickým takt timem – stav před implementací kontroly a dorovnávání pinů na pracoviště 344 (vlastní zpracování)

Jak je patrné z grafu - Obr. 36, cyklus čas pracoviště 344 je o 4,7 sekund nižší než zákaznický takt time, je tedy teoreticky možné uvažovat o umístění dorovnávání a kontroly pozice pinů právě na tuto pozici.

9.1.6 Vliv aplikace kontroly a dorovnávání pozice pinů na pracoviště 344

Na pracovišti 344 probíhá práce v těchto krocích:

- **Krok 1:** Pracovník uchopí 2 ks plastových obstříků a vloží je do fixtur testovacího zařízení,
- **Krok 2:** Po ukončení testy uchopí plastové obstříky a šroubovákem s nastaveným momentovým zatížením otestuje pevnost sváru pinů na měděné destičce,
- **Krok 3:** Poté do obstříku vloží přípravek pro kontrolu pozice pinů (nedorovnává ani nekontroluje),
- **Krok 4:** Poté provede pohledovou kontrolu pinů a díly vloží do krabice,
- **Krok 5:** Do každého 25. kusu je pak vkládán přípravek pro kontrolu pozice signálních pinů.

Při zavedení dorovnávací a kontroly pozice pinů bude tedy nutné přípravek pro kontrolu pozice pinů (viz Krok 3) nejen do plastového obštíku vložit, ale i piny dorovnat a zkontrolovat účinnost dorovnávací.

Pro stanovení vlivu aplikace tohoto dodatečného kroku bude opět využito metody Basic MOST.

Na obrázcích pak je uvedeno stanovení cyklus času pracoviště 344 před aplikací kontroly (Obr. 37) a dorovnávací pozice pinů a po aplikaci této činnosti na dané pracoviště (Obr. 38).

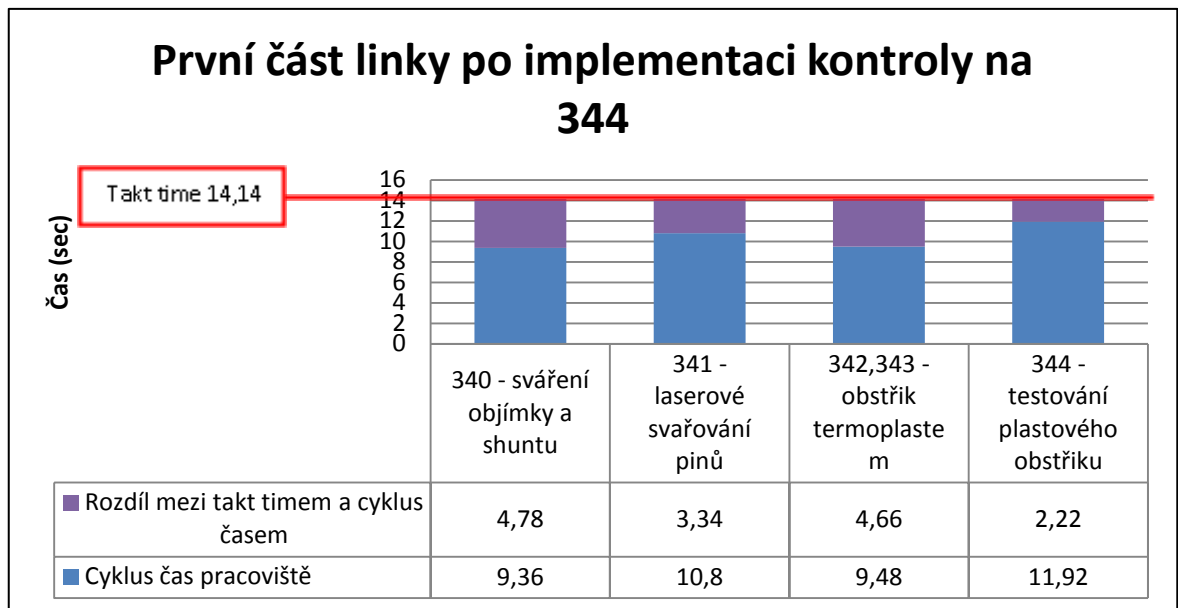
Testování OVM - pracoviště 344																											
Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	OP	Sekvence																Frekvence	TMU						
				ABG - Získat								ABP - Položit				Nástroj	A - Návrat										
				ATK - Získat								FVL - Položit					VPT - Položit stranou										
				MXI - Přemístit/Spustit								ABP - Položit					ABP - Položit stranou										
N	A	B	O	G	1	A	6	B	O	P	3	A	0	B	O	P	0	A	0								
1	O	Vyjmutí obštíku ze stroje 52, vložení do testovacího zařízení	OP	A	6	B	O	G	1	A	6	B	O	P	3	A	0	B	O	P	0	A	0	2	80		
			Op.	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
2	O	Vyjmutí obštíku ze stroje 53, vložení do testovacího zařízení	OP	A	3	B	O	G	1	A	3	B	O	P	3	A	0	B	O	P	0	A	0	2	50		
			Op.	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	L	Strojní čas kontrolního stroje	ŘP	A	0	B	O	G	0	M	0	X	16	I	0	A	0	B	O	P	0	A	0	2	160		
			Op.	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
4	P	Uchopení obštíku a jeho položení na stůl po kontrole pevnosti sváru	OP	A	1	B	O	G	1	A	1	B	O	P	1	A	0	B	O	P	0	A	0	4	40		
			Op.	4	0	0	4	4	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
5	P	Uchopení šroubováku, kontrola pevnosti sváru	N	A	1	B	O	G	1	A	1	B	O	P	3	F	3	A	1	B	O	P	1	A	0	4	80
			Op.	1	0	0	1	4	4	0	4	4	4	4	4	1	0	1	0	1	1	0	0	0			
6	P	Uchopení přípravku pro kontrolu pinů, nasazení na obštíku	ŘP	A	1	B	O	G	1	A	1	B	O	P	3	A	0	B	O	P	1	A	0	4	62,5		
			Op.	4	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0				
7	P	Uchopení obou obštíků pohledová kontrola	N	A	1	B	O	G	1	A	0	B	O	P	0	T	5	A	1	B	O	P	1	A	0	2	70
			Op.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	1	1	0	0				
8	P	Uchopení proložky z pod stolu a vložení do bedny	OP	A	1	B	O	G	1	A	1	B	O	P	3	A		B		P		A	0	25	2,4		
			Op.	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
9	P	Vložení přípravku pro kontrolu pozice signal pinů	OP	A	1	B	O	G	1	A	1	B	O	P	3	T	1	A	1	B	O	P	1	A	0	25	5,6
			Op.	1	0	0	1	2	0	2	2	2	2	2	2	1	0	1	0	1	1	0	0				
10	L	Výměna plné bedny za prázdnou (uchopení prázdné bedny, položení na místo plné bedny)	OP	A	1	B	O	G	1	A	1	B	O	P	1	A		B		P		A	0	125	0,32		
			Op.	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
11	P	Posun plné bedny na kanbanovém vozíku	ŘP	A	1	B	O	G	1	M	3	X	0	1	0	A		B		P		A	0	125	0,4		
			Op.	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Celková spotřeba času																					9,40 s	261,22					

Obr. 37 Stanovení cyklus času pracoviště 344 před aplikací kontroly a dorovnávací pinů (vlastní zpracování)

Na Obr. 39 je pak uvedena celková spotřeba času na pracovišti 344 po aplikaci této kontroly. Je patrné, že i přes dodatečnou kontrolu situovanou na toto pracoviště je stále k dispozici volných 2, 2 sekundy na každý jeden cyklus.

Testování OVM - pracoviště 344																											
Pořadové číslo	Popis operace	OP	Sekvence																	Frekvence	TMU						
			Rukou	OP - obecné přemístění	RP - řízené přemístění	N - použití	J - Jeřáb	ABG - Získat				ABP - Položit				Nástroj	ABP - Položit stranou					A - Návrat					
								ATK - Získat				FVL - Položit					VPT - Položit stranou										
								A	B	G	1	A	B	P	3		A	B	P				0	A	B	P	0
1	O	Vyjmutí obstříku ze stroje 52, vložení do testovacího zařízení	OP	A	6	B	0	G	1	A	6	B	0	P	3			A	0	B	0	P	0	A	0	2	80
2	O	Vyjmutí obstříku ze stroje 53, vložení do testovacího zařízení	OP	A	3	B	0	G	1	A	3	B	0	P	3			A	0	B	0	P	0	A	0	2	50
3	L	Strojní čas kontrolního stroje	RP	A	0	B	0	G	0	M	0	X	16	I	0			A	0	B	0	P	0	A	0	2	160
4	P	Uchopení obstříku a jeho položení na stůl po kontrole pevnosti sváru	OP	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1			A	0	B	0	P	0	A	0	4	40
5	P	Uchopení šroubováku, kontrola pevnosti sváru	N	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	F	3	A	1	B	0	P	1	A	0	4	80
6	P	Uchopení přípravku pro kontrolu pinů, nasazení na obstřík	RP	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	L	6	A	0	B	0	P	0	A	0	4	120
7	P	Otočení plastového obstříku a vyklopení přípravku	RP	A	0	B	0	G	0	M	1	X	0	I	0			A	0	B	0	P	1	A	0	4	12,5
8	P	Uchopení obou obstříků pohledová kontrola	N	A	1	B	0	G	1	A	0	B	0	P	0	T	5	A	1	B	0	P	1	A	0	2	70
9	P	Uchopení proložky z pod stolu a vložení do bedny	OP	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3			A		B		P		A	0	25	2,4
10	P	Vložení přípravku pro kontrolu pozice signal pinů	OP	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	T	1	A	1	B	0	P	1	A	0	25	5,6
11	L	Výměna plné bedny za prázdnou (uchopení prázdné bedny, položení na místo plné bedny)	OP	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1			A		B		P		A	0	125	0,32
12	P	Posun plné bedny na kanbanovém vozíku	RP	A	1	B	0	G	1	M	3	X	0	I	0			A		B		P		A	0	125	0,4
Celková spotřeba času																					11,92 s	331,22					

Obr. 38 Stanovení cyklus času pracoviště 344 po aplikaci kontroly a dorovnávání pinů (vlastní zpracování)



Obr. 39 Cyklus časy pracovišť první části linky v porovnání se zákaznickým takt tímem – stav po implementaci kontroly a dorovnávání pinů na pracoviště 344 (vlastní zpracování)

9.1.7 Zhodnocení fáze analýza – nesprávná pozice pinů

Protože nebylo možné dosavadní systém kontroly pozice pinů považovat za spolehlivý, byl analyzován jiný postup – konkrétně kontrola a dorovnávání pozice pinů přímo v procesu linky a to přímo na samotných plastových obštrících (tedy ne na finálních sestavách). Protože bylo nutné vyzkoušet a ověřit funkčnost kontrolního mechanismu při této změně, byla opět provedena MSA analýza, která ukázala, že takto nastavený mechanismus odpovídá stanoveným požadavkům. Dále bylo nutné zhodnotit rizika při této změně a stanovit vliv na cyklus čas pracoviště a na čas taktu linky. Ke stanovení cyklus časů byla použita metodika MOST, která prokázala, že zamýšlená změna je vzhledem k požadovanému času taktu linky realizovatelná.

9.2 Fáze Analýza – ostatní neshody

9.2.1 Stanovení nejzávažnějších neshod

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, ke stanovení nejzávažnějších neshod bude použito kritériální tabulky. Jako kritéria budou použity četnost závady (hodnoty z předchozí analýzy výskytu neshod v roce 2014 poskytnutých externí firmou provádějící kontrolu kvality výrobků BMS), odhalitelnost a závažnost vady. Bodová hodnocení budou stanoveny projektovým týmem a popsány v následující kapitole.

Postup při stanovení kritérií

Četnost závady – bodové hodnocení 1 - 10, kdy 10 bodů značí velkou četnost, 1 bod četnost nejmenší. Rozdělení bodů pak bude vycházet z celkového počtu neshod zjištěných externí firmou

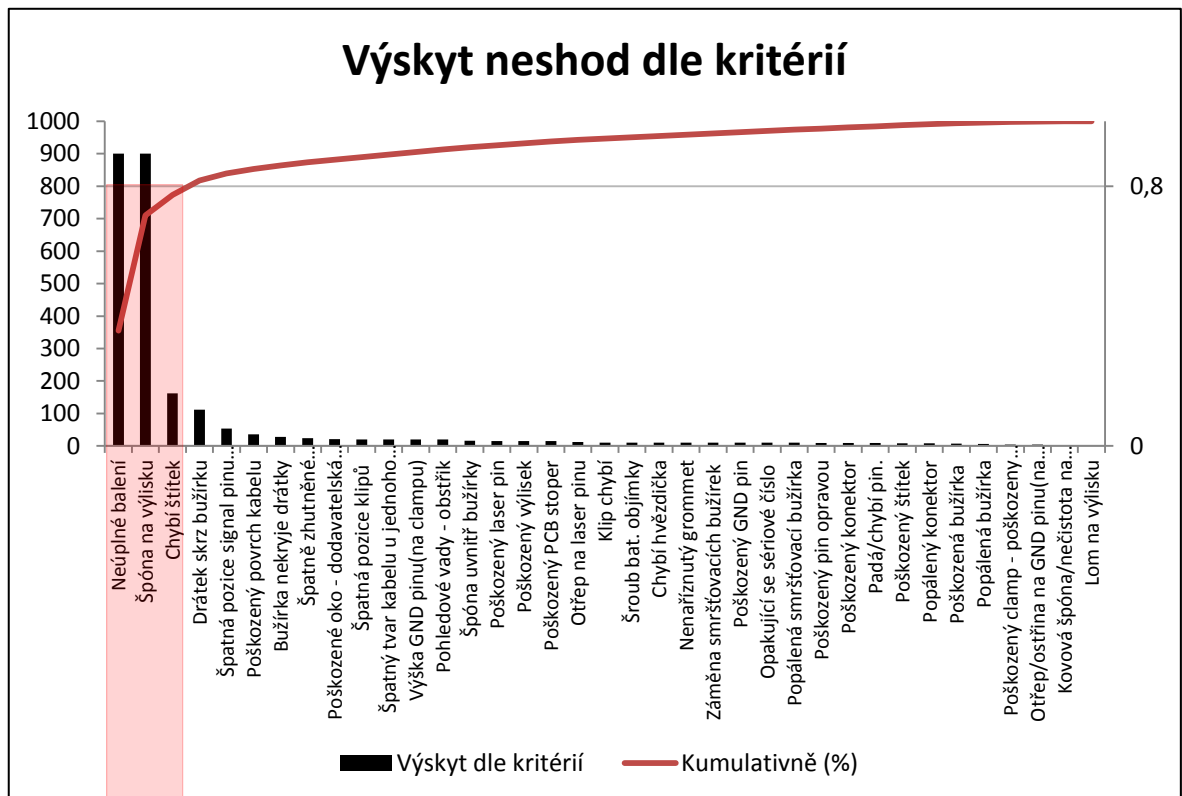
Odhalitelnost závady – bodové hodnocení rovněž 1 – 10, kdy 10 bodů je přiděleno pouze závadám, které byly za uplynulý rok reklamovány. Dále jsou body rozděleny dle zkušeností členů týmu a řadových pracovníků linky.

Závažnost závady – stejně jako v předchozích případech se bodové hodnocení pohybuje v intervalu od 1 do 10, kde číslo 10 značí nejzávažnější vadu.

Jako nejzávažnější závada byla již na začátku definována špatná pozice laserových a signálních pinů.

Výsledné hodnocení dalších neshod vzniklých na lince BMS v roce 2014 je znázorněno v grafu (Obr. 40), jehož součástí je i Paretova analýza, ze které vyplývá nutnost dále se zabývat těmito třemi neshodami:

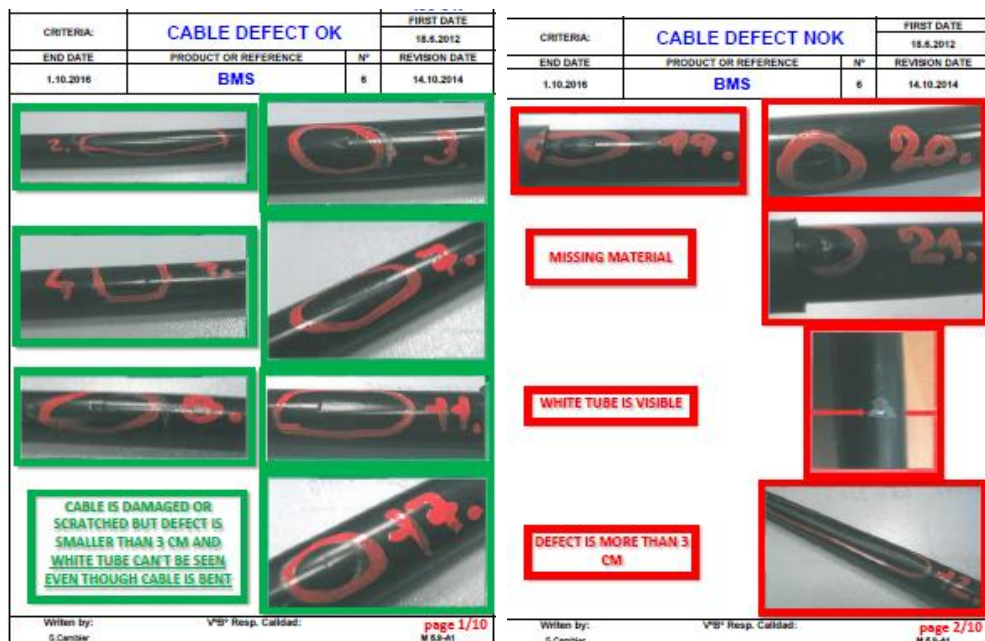
- **Neúplné balení** (nižší či vyšší počet sestav v balení)
- **Kovová špona zastříknutá v plastovém výlisku**
- **Chybějící štítek na sestavě** (nemožnost identifikace sestavy zákazníkem)



Obr. 40 Paretova analýza k výskytu neshod dle stanovených kritérií (vlastní zpracování)

Tato analýza byla předložena zákazníkovi a byla jím odsouhlasena.

Od zákazníka rovněž přišla zpětná vazba týkající se zasláního seznamu neshod ve formě přepracovaného katalogu chyb s přesněji definovanými kritérii jednotlivých neshod (Obr. 41). Tento katalog bude umístěn na daná pracoviště a zapracován do kontrolních postupů.



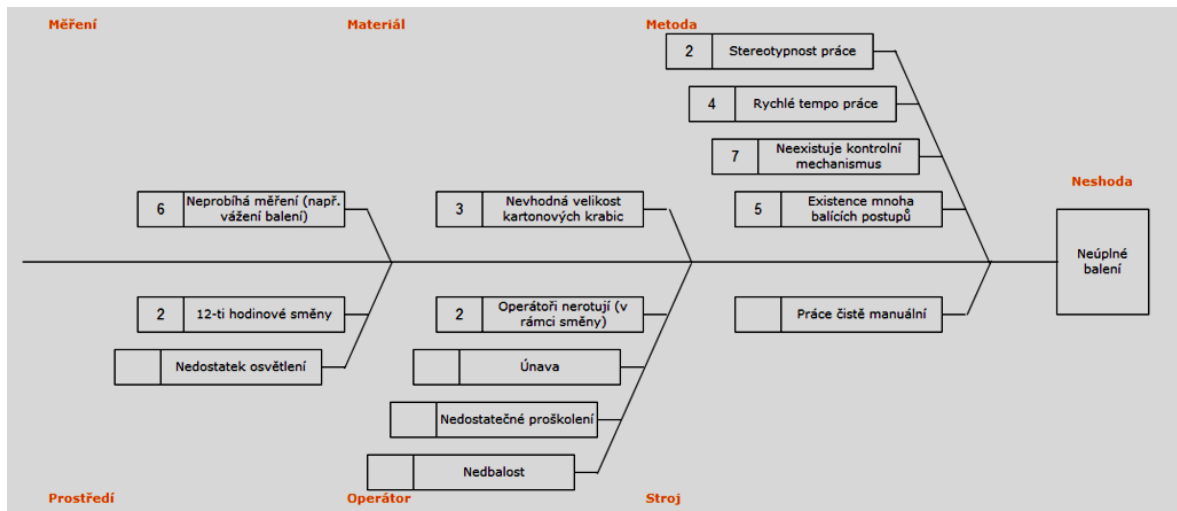
Obr. 41 Katalog neshod (interní dokumentace firmy XY)

9.2.2 Analýza neshody: neúplné balení

Podrobný popis neshody

Každý vyráběný díl je balen do kartonových krabic dle předepsaného pracovního postupu. Ten obsahuje nejen celkový počet dílů v balení, ale počet vrstev, počet dílů v jednotlivých vrstvách a postup práce při balení vyrobených sestav. Požadavkem zákazníka je pak takové balení, které znemožní poškození výrobků při transportu. Váha jedné kartonové krabice pak nesmí přesáhnout 15 kg.

Z předchozích šetření vyplynulo, že ve více jak 160 případech balení obsahovalo méně či více výrobků. K určení příčiny vzniku této vady byl vytvořen diagram příčin a následků. Na jeho tvorbě spolupracoval nejen řešitelský tým, ale i přímí pracovníci linky. Pro tvorbu nápadů bylo použito metody brainstormingu. Po vynesení nápadů do diagramu příčin a následků měl pak každý účastník povinnost ohodnotit jedním bodem tři z návrhů, které pokládá za příčinu toho, že analyzovaná neshoda prochází přes finální kontrolu linky a není pracovníky zachycena.



Obr. 42 Diagram příčin a následků pro neshodu neúplné balení (vlastní zpracování)

Dvě příčiny s nejvyšším počtem bodů (Obr. 42) pak budou podrobeny dalším analýzám. V případě neúplného balení to jsou tyto příčiny:

- Na pracovišti 100% kontroly neexistuje kontrolní mechanismus (nejlépe strojní), který by sledoval počet kusů v balení. Veškerá kontrola je na operátorovi, který balení provádí. Ten musí po celou dobu výkonu práce počítat jednotlivé kusy ve vrstvách, následně pak i počet vrstev v balení.
- Druhý problém více méně souvisí s problémem prvním. Na pracovišti finální kontroly neprobíhá žádné měření počtu kusů v balení. Toto není kontrolováno ani přímými pracovníky linky, ani pracovníkem technické kontroly.

Po následném dalším brainstormingu byla navržena tato dvě řešení:

a) Kontrola bude prováděna pomocí sledování váhy balení

V pracovních postupech bude stanovena výsledná váha balení, podle které pracovník pozná, zda je balení naplněno požadovaným počtem kusů

Klady: cena, bez přidanych pohybů, minimální vliv na cyklus čas pracoviště

Zápory: prostorové zatížení pracoviště, problémy při přestavbě pracoviště (se změnou typu kabelu dochází k přesunu pracovního stolu), kontrola je opět ponechána na člověku (stroj jako takový kontrolu neřídí, pouze ji zjednodušuje), tolerance váhy jednotlivých sestav

b) Kontrola bude prováděna pomocí čteček čárových kódů

Čtečky čárových kódů budou vhodně umístěny na pracovním stole. Pracovník před vložením sestavy do krabice provede načtení. Počítač bude sledovat počet kusů v balení. V případě načtení všech požadovaných kusů dá pracovníkovi signál, že je balení úplné.

Klady: počet kusů v balení je sledován a řízen automaticky, v případě neshodného počtu kusů (ať už menšího či většího) počítač neumožní načíst další prázdnou krabici, po dokončení balení dá počítač signál pracovníkovi k zabalení krabice a vychystání nové, minimální prostorové požadavky (PC a monitor připevněný ke stolu, čtečky umístěny pod pracovní deskou)

Zápory: vysoká cena zařízení, zaučení všech pracovníků, časová náročnost (softwarové řešení pro 8 různých typů balících předpisů, pro více jak 20 různých dílů, 3 typově odlišné výrobové rodiny s rozdílným postupem při kontrole a balení).

Pro výběr řešení, které nejlépe splňuje projektové cíle, bylo využito jednoduché matice výběru řešení (Tab. 13). Byla stanovena 4 základní kritéria, kterým byly následně přiděleny váhy. Jak je patrné z tabulky jako vhodnější řešení se jeví varianta B, tedy použití čteček čárových kódů.

Tab. 13 Matice výběru řešení pro neshodu neúplné balení (vlastní zpracování)

	Kritérium				Výsledná hodnota
	Stupeň automatizace	Cena	Časová náročnost	Prostorová náročnost	
	0,5	0,3	0,1	0,1	
Řešení A	1	5	5	4	2,9
Řešení B	5	1	2	1	3,1

9.2.3 Analýza neshody: kovová špona v plastovém obštriku

Podrobný popis problému

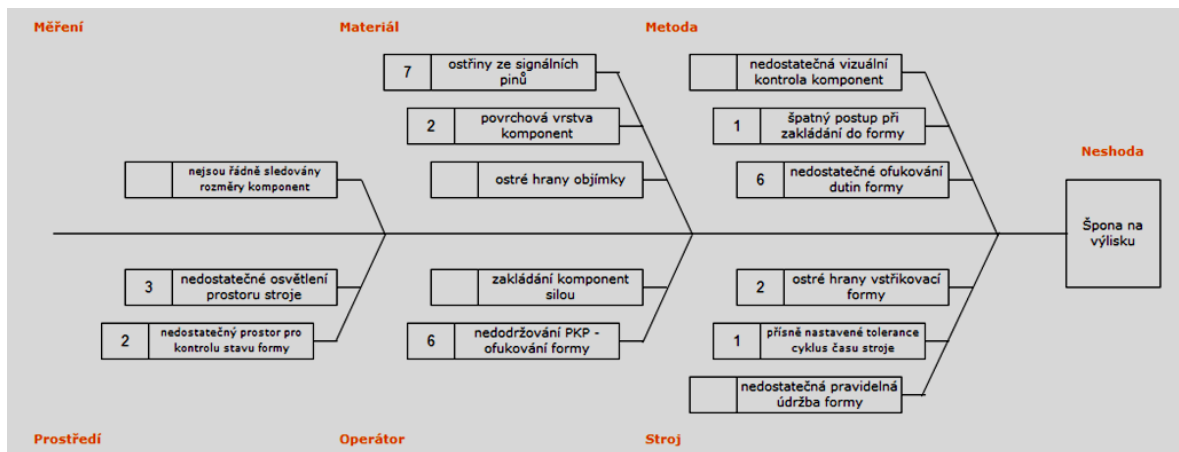
Při obštriku svařených komponent (bateriová objímka, měděná destička – shunt, kontaktní a signální piny) se v plastové podsestavě objevují kovové špony - Obr. 43. Jejich výskyt přináší riziko nefunkčnosti výrobku, proto musí být z podsestav odstraňovány pomocí nožíku či pilníku. Tato úprava je ale jednak riziková – může dojít k poškození plastového obštriku či poškození pinů, jednak přináší prodlužování cyklus času pracoviště.



Obr. 43 Kovová špona v obstřiku (interní dokumentace firmy XY)

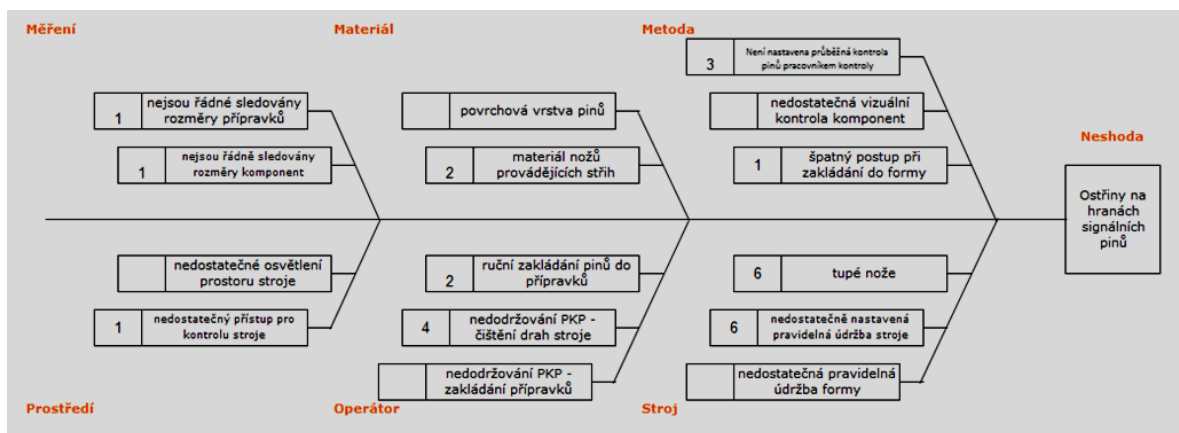
Pracovní postup přikazuje formu vyfoukávat stlačeným vzduchem a to každých deset vykonaných cyklů. Tento mechanismus přináší určité zlepšení a výskyt kovových špon je do jisté míry redukován, ale přesto (a přes existenci 100% kontroly umístěné na konci výrobního procesu linky) je tato závada jednou z nejčtetnějších neshod.

K určení možných příčin vzniku neshody a k získání co nejširšího množství nápadů, jak tuto neshodu řešit, bude opět využito diagramu příčin a následků (Obr. 44).



ofukování formy před spuštěním cyklu vstřikovacího stroje pak do jisté míry výskyt špon eliminují, ale aby byl problém odstraněn zcela, bylo by nutné formu čistit každý cyklus. Toto je samozřejmě nepřijatelné.

Aby byl tento problém eliminován, bylo nutné provést další brainstorming. Jeho výsledky jsou znázorněné na obrázku (Obr. 45). Jako nejvýznamnější příčiny vzniku ostřin byly vyhodnoceny opět dvě možnosti: nedostatečná ostrost nožů provádějících stříh pinů a nedostatečně nastavená pravidelná údržba vodících drah stroje, které jsou postupně zanášeny. Tým se rozhodl, že budou realizována nápravná opatření pro obě tyto možné příčiny.



Obr. 45 Diagram příčin a následků pro neshodu ostřiny na hranách signálních pinů
(vlastní zpracování)

b) Nedostatečné čištění dutin vstřikovací formy stlačeným vzduchem

Jak již bylo řečeno v předchozím textu, čištění probíhá (resp. mělo by probíhat) pravidelně každých deset cyklů stroje. Toto řešení do jisté míry eliminuje vznik závady, nicméně je závislé na disciplíně jednotlivých operátorů. Řešitelský tým se několikrát přesvědčil o tom, že zdaleka ne všechna nařízení uvedená v pracovních postupech jsou dodržována.

Snahou tedy bude převést nutnost provádět tuto pravidelnou údržbu z člověka na stroj. Čištění formy bude nadále prováděno tak, že pneumatický okruh bude propojen s řízením stroje (program toto nabízí, není tedy nutné větších zásahů či složitějšího nastavování softwaru). Do prostoru pro uchycení vstřikovací formy budou na pevně umístěny dvě vzduchové trysky, které provedou automatické čištění dutin forem každý cyklus (po založení svařených komponent a pinů). Délka čištění bude nastavena tak, aby neprodlužovala cyklus čas stroje, tedy během zavírání formy.

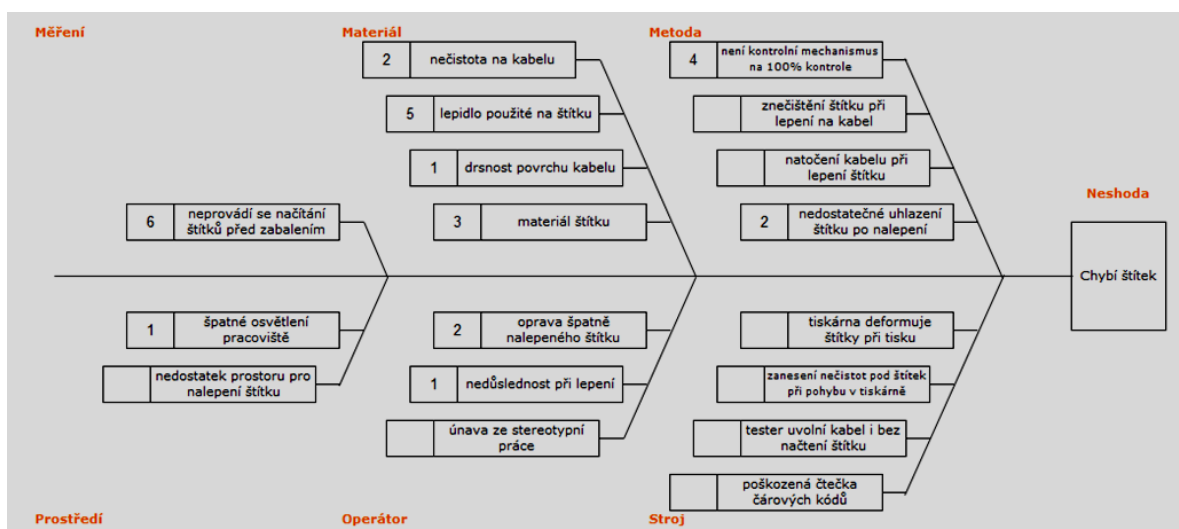
9.2.4 Analýza neshody: chybějící identifikační štítek

Podrobný popis problému: Identifikační štítek je na sestavu nalepen v okamžiku otestování sestavy (testuje se délka, celkový elektrický odpor sestavy a úhel šroubu bateriové objímky). Štítek je automaticky vytisknut v případě OK testu a operátor jej nalepí na přesně určené místo na kabelu sestavy (Obr. 46). Sestava je poté vložena do pece, kde dojde ke smrštění izolačních bužírek. Poté je sestava ohýbána, kontrolována a balena. Stává se, že štítek není na sestavu operátorem nalepen a tento kus pak projde 100% kontrolou, aniž by byla neshoda zaznamenána.



Obr. 46 Identifikační štítek vyráběné sestavy (interní dokumentace firmy XY)

Identifikační štítek je velmi důležitou součástí sestavy neboť v sobě nese informaci o typu výrobku, o místě, kde byl vyroben a kód zahrnuje i pořadové číslo výrobku kvůli zpětné dohledatelnosti.



Obr. 47 Diagram příčin a následků pro neshodu chybějící identifikační štítek (vlastní zpracování)

Projektový tým k určení eliminace této neshody opět zvolil metodu diagramu příčin a následků, jejíž výsledek je prezentován na *Obr. 47*.

Z analýzy vyplývá, že jako nejpravděpodobnější příčinu průniku této neshody až k zákazníkovi je nedostatečná kontrola přítomnosti identifikačních štítků. Ta je prováděna pouze vizuálně, operátorem. Tým se shodl na tom, že ke kontrole přítomnosti štítků bude opět využívat čtecí zařízení čárových kódů. V případě nepřítomnosti štítku nedojde k načtení sestavy. Program pak operátora na tuto skutečnost upozorní.

9.2.5 Zhodnocení fáze analýza – ostatní neshody

K určení nejzávažnějších neshod, které se na lince BMS objevují, bylo nutné analyzovat sběrné karty chyb, přijaté reklamace a informace od externí firmy, která provádí výstupní 100% kontrolu. Pro určení nejzávažnějších neshod bylo použito Paretovy analýzy. Podle této metodiky však byly stanoveny neshody nejen podle výskytu, ale také podle závažnosti pro zákazníka a podle odhalitelnosti na lince. Z Paretovy analýzy vyplynulo, že nejzávažnějšími neshodami jsou neúplné balení, chybějící identifikační štítek a kovová špona v plastovém obštíku. Pro tyto vady byly následně pomocí brainstormingu a diagramu příčin a následků stanoveny řešení, které budou v dalším kroku DMAIC postupu aplikována.

10 FÁZE ZLEPŠENÍ

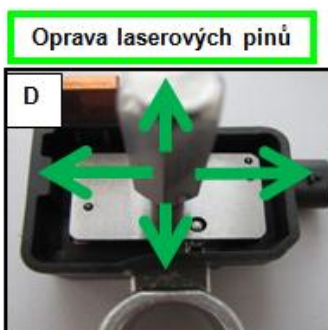
10.1 Fáze zlepšení – nesprávná pozice pinů

10.1.1 Úprava pracovního postupu

Upravený pracovní postup je prezentován na obrázku *Obr. 48*. Jednoznačně definován je především způsob vyklápění kontrolního přípravku, neboť právě v tomto kroku probíhá ověření, zda jsou či nejsou piny rádně dorovnané.

Kontrola pozice pinů kalibrem P00474

Provádí: Obsluha
Četnost: každý kus
Pomůcka: Kalibr P00474
Dokumentace: NE



Příklad NOK kusu
Piny jsou pod úrovní

Postup kontroly:

- 1) vložte kalibr do housingu - obr A
- 2) kalibr musí lehce dosednout
- 3) pokud nedosedne (viz obr B), tak se kus musí okamžitě reworkovat
- 4) kus s přípravkem otočíme přes objímku viz obr C
- 5) pokud přípravek vypadne, pak je kus OK
- 6) pokud přípravek nevypadne, tak se kus musí okamžitě reworkovat
- 7) kusy se reworkují pohybem přípravku ve směrech viz obr. D
- 8) po reworku je potřeba zopakovat postup kontroly i s překlacením přes objímku

Obr. 48 Pracovní postup kontroly a dorovnání pozice pinů (interní dokumentace firmy XY)

10.1.2 Zaškolení operátorů

Před samotným zavedením kontroly a dorovnávání pinů do výrobního procesu linky, konkrétně na pracoviště 344 bude nutné proškolit všechny obsluhy a následně ověřit, že je kontrola prováděna důsledně a výstup z pracoviště 344 odchází v požadované kvalitě. Školení bude mít na starosti pracovník operativní kontroly pod dohledem inženýra kvality. Školení bude probíhat následujícím způsobem:

- Bude vytvořena matice školení, kde budou sledovány průběžné výsledky jednotlivých operátorů (Obr. 49).
- Každý z operátorů dostane za úkol zkontrolovat a dorovnat piny na 125 kusech plastových obštríků dle upraveného pracovního postupu
- Pracovník operativní kontroly přezkontroluje všech 125 kusů a ověří, že všechny byly zkontrolovány správně
- Při zjištění neshody (špatně dorovnaná pozice pinů) bude operátor znovu proškolen a nucen opětovně vykonat test kontroly a dorovnání na 125 kusech
- Tímto testem bude muset projít i každý nový pracovník linky

Kvůli časové náročnosti školení budou zaškolen nejprve jeden operátor z každé směny. Další operátoři pak budou zaškolování postupně tak, aby byla zajištěna rotace práce a zastupitelnost v případě nepřítomnosti.

Operátoři	[Fotografie operátorů]																					
	Kovářová Š.	Hannacká O.	Opoková L.	Čupáková O.	Sulzer P.	Sulzer V.	Souřádková P.	Šimůnková J.	Vágrová Z.	Šimůnková M.	Měnarová H.	Dvořák J.	Koucká I.	Gončarová S.	Klvaň P.	Šýklová J.	Mareš R.	Amantová Z.	Šimůnková H.	Angličková J.	Pešková O.	Dešková J.
oa.č.	x	1494	813	349	1202	1332	x	998	1285	1249	331	x	1224	1280	1096	477	x	1199	1291	1126	1200	974
preškolen.	x	25.4	25.6	25.6	25.4	13.9	x	7.3	17.6	17.6	7.3	x	12.5	12.5	11.9	26.4	x	24.4	19.6	19.6	24.4	
preškolení (5 bodů produkce)																						
novmané kusy I	A	3368	1373	2413	945	4585	C	1282	3214	11422	3309	D	3695	16006	1637		B	4311	2482		2317	4041
II		38	39	36	10	88		79	24	229	29		143	271	2			172	34		104	98
procentuálně		1,72%	4,29%	2,32%	1,06%	1,92%		6,16%	0,73%	2,00%	0,83%		2,51%	1,69%	0,12%			3,99%	1,37%		4,49%	2,43%
úspěšnost		1,71%		1,11%	0,00%	1,53%		0,29%	0,02%	0,67%			0,00%	0,50%				2,94%	1,24%		2,78%	2,03%
Směny:	A					C					D					B						
Operátoři	[Fotografie operátorů]											[Fotografie operátorů]										
	Vlachová J.	Kocman M.	Vojtěchová Š.	Čvančarová M.	M.Šimůnková	Duda V.	Šimůnková J.	Měnarová H.	Kovářová V.	Falcká J.	Oberňáková V.	Hříbková L.	Vágr L.	Čížková K.	Vošková R.	Margušová L.	Šimůnková H.	Čížková A.	Janková D.	Hříbková M.		
oa.č.	1348	944	1290	968	1397	1357	1258	1169	1385	800	345	1809	1827	999	1285	327	1091	951	1558	929		
preškolen.	13.9	13.9		30.9	31.10		16.9	16.9	16.9	16.9		11.9	30.10	30.10		10.9	10.9	10.9	19.9	20.9		
preškolení (5 bodů produkce)																						
novmané kusy I		9044		3621	13002	1123	3450	6237	3579	2731	11519	14668	21746	3946	653		4061	4750	4419	7239	3074	
II		205		237	90	141	115	121	195	101	125	663	415	105	4		178	117	103	319	222	
procentuálně		2,27%		2,75%	0,69%	12,53%	3,33%	3,93%	3,50%	3,67%	1,09%	4,52%	1,91%	2,66%	0,61%		4,38%	2,46%	2,33%	4,41%	4,38%	
úspěšnost		2,06%		1,28%	0,40%		0,53%	0,53%	3,42%	4,50%	0,16%	2,43%	1,69%	0,41%	0,61%		1,28%	1,19%	1,47%	2,12%	2,78%	

Obr. 49 Matice zaškolení na kontrolu a dorovnávání pinů (interní dokumentace firmy XY)

10.1.3 Určení kontrolního mechanismu pro ověření funkčnosti kontroly

Aby byla zajištěna kontrola a zpětná vazba účinnosti kontroly a dorovnávání pinů, stanovil projektový tým tento postup:

- 1) Po naplnění bedny plastovými obštríky (125 ks) vloží operátor, který kontrolu prováděl, do bedny lístek se svým osobním číslem, datem a časem kontroly (Obr. 50).

- 2) Při použití zkontrolovaných plastových obštríků v druhé části linky je tento lístek předán na pracoviště výstupní 100% kontroly, kde bude prováděna kontrola pozice pinů stejným přípravkem
- 3) Po zkontrolování všech 125 ks je na zadní stranu lístku vypsán počet kusů, které nebyly dostatečně dorovnány, nebo došlo k jejich poškození v rámci pracovního postupu v druhé části linky
- 4) Počet neshodných dílů (díků se špatnou pozicí pinů) bude pravidelně – každou směnu - vyhodnocován



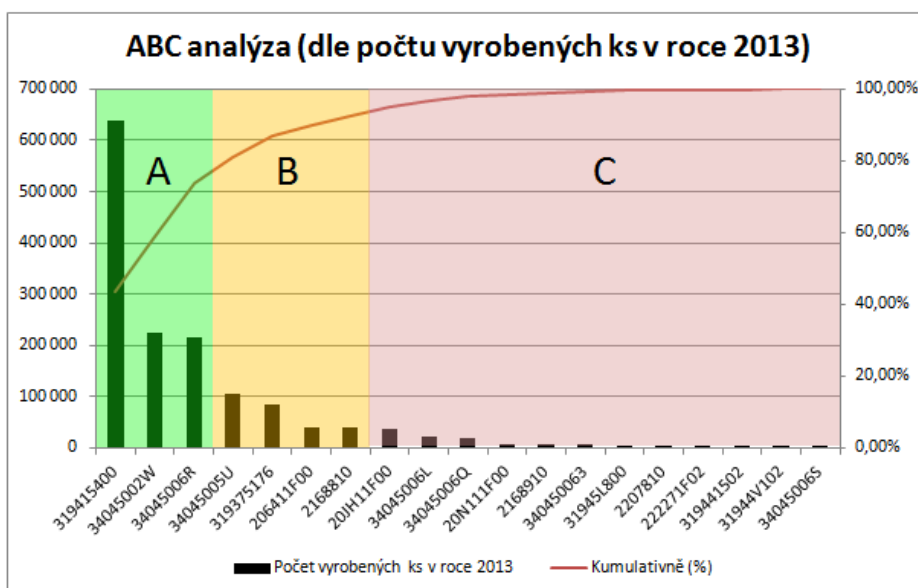
Obr. 50 Kontrolní štítek – sledování četnosti nedostatečně zkontrolovaných obštríků (interní dokumentace firmy XY)

10.1.4 Výběr pilotního výrobku

Po dohodě se zákazníkem bylo stanoveno, že pro ověření funkčnosti aplikovaných změn bude vybrán jeden výrobek, který bude zákazníkovi posílán přímo, tzn. tento výrobek nebude po výstupu z linky posílán k externí firmě zajišťující 100% kontrolu sestav, ale bude posílán přímo do skladu. Teprve po schválení změn v procesu zákazníkem, bude možné aplikovat změny na všechny vyráběné sestavy. Pro určení pilotního výrobku bylo použito metody ABC – viz *Tab. 14* a *Obr. 51*.

Tab. 14 Analýza ABC – stanovení jednotlivých skupin (vlastní zpracování)

Název sestavy	Počet vyrobených ks v roce 2013	Kumulativně (ks)	Kumulativně (%)	Skupina
319415400	637 872	637 872	43,76%	A
34045002W	223 272	861 144	59,08%	A
34045006R	216 132	1 077 276	73,91%	A
34045005U	106 044	1 183 320	81,18%	B
319375176	85 150	1 268 470	87,03%	B
206411F00	41 250	1 309 720	89,86%	B
2168810	39 996	1 349 716	92,60%	B
20JH11F00	36 528	1 386 244	95,11%	C
34045006L	21 180	1 407 424	96,56%	C
34045006Q	19 850	1 427 274	97,92%	C
20N111F00	7 560	1 434 834	98,44%	C
2168910	6 912	1 441 746	98,91%	C
340450063	6 368	1 448 114	99,35%	C
31945L800	2 784	1 450 898	99,54%	C
2207810	2 520	1 453 418	99,71%	C
222271F02	1 848	1 455 266	99,84%	C
319441502	1 296	1 456 562	99,93%	C
31944V102	930	1 457 492	99,99%	C
34045006S	90	1 457 582	100,00%	C



Obr. 51 Grafické znázornění jednotlivých skupin dle analýzy ABC (vlastní zpracování)

10.1.5 Zhodnocení fáze zlepšení – nesprávná pozice pinů

Před samotnou implementací kontroly a dorovnávání pozice pinů bylo nejprve nutné upravit pracovní postupy. Dále bylo zahájeno školení operátorů dle školící matice, výsledky jednotlivých operátorů byly sledovány a zaznamenávány. Dále byl stanoven kontrolní mechanismus pro sledování účinnosti dorovnávání pozice pinů v rámci linky BMS. S pomocí ABC analýzy byl stanoven výrobek pro pilotní zavedení projektu.

10.2 Fáze zlepšení – ostatní neshody

10.2.1 Chybějící štítek, neúplné balení

Z fáze Analýza pro chybějící štítek a neúplné balení vyplynula nutnost automatizované kontroly počtu kusů v balení a přítomnosti štítku na sestavě. Projektový tým se rozhodl na linku (konkrétně na pracoviště 100% kontroly, které je v podstatě výstupním pracovištěm z linky) implementovat zařízení na čtení čárových kódů.

Pracovník před vložením zkontrolované sestavy do krabice načte štítek, který obsahuje čárový kód. Software čtecího zařízení je upravený tak, že se pracovník 100% kontroly před započítáním práce přihlásí do programu pod svým jménem. Dále do programu (pomocí čtecího zařízení) načte potřebné informace ze štítku, který je poté nalepen na krabici. Načtením čísla zkontrolované sestavy program automaticky vygeneruje počet kusů v jednom balení a na monitoru vizualizuje kontrolovanou sestavu. Postupným načítáním sestav se odečítá celkové množství uvedené na monitoru. Po načtení množství definovaného pro jedno balení program vydá zvukový signál a pracovníka prostřednictvím hlášky na monitoru informuje o tom, že krabice je nachystána k finálnímu zabalení a umístění na paletu.

Tímto způsobem je jednak hlídáno správné množství sestav v balení, ale zároveň i přítomnost identifikačních štítků. Kdyby došlo ke vložení sestavy bez identifikačního štítku, dojde k naplnění krabice, ale program čtecího zařízení nedovolí pracovníkovi ukončit balení (neumožní načíst identifikační štítek další krabice).

10.2.2 Kovová špona v plastovém obštriku

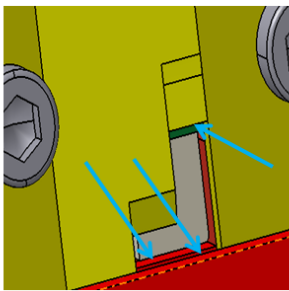
Analýzou provedenou v předchozích fázích a popsanou v předchozích částech této diplomové práce projektový tým dospěl k závěru, že další vadu – výskyt kovové špony na plastovém obštriku – bude eliminovat jednak aplikací automatických vzduchových trysek, které budou po každém založení svařených podsestav do vstřikovací formy čistit dělicí rovinu

a zbavovat ji tak nečistot vzniklých při zakládání a zároveň úpravou četnosti výměny stříhacích nožů pinů, neboť výskyt ostřin vzniká právě v tomto bodě technologického postupu. Vzduchové trysky byly umístěny na montážní desku vstřikovacího stroje (viz Obr. 52). Úpravou programu vstřikovacího stroje (zanesením dalšího kroku – ofukování – do programu definujícího cyklus stroje) bylo zajištěno, že dojde při každém cyklu k očištění zanesených částí formy. Krok ofukování byl do programu zanesen jako paralelní krok, který je prováděn zároveň se zavíráním formy, nedošlo tedy k prodloužení cyklus času stroje.



Obr. 52 Implementované vzduchové trysky (interní dokumentace firmy XY)

Aby byly zajištěny dostatečně ostré hrany střížníků a střížnic pro oddělování signálních pinů z pásku, byla do formuláře TPM pro tento stroj zavedena pravidelná kontrola těchto částí, která je prováděna seřizovačem a to jednou měsíčně. Dále byl prostřednictvím TPM nastaven pevný interval pro pravidelnou výměnu střížníků a střížnic.

<p>3</p> <p>Kontrola střížníku a střížnic pravé a levé strany</p> 	<p>Výměna se provádí po uplynutí šesti měsíců. Dle potřeby i dříve.</p> <p>Záznam o údržbě provede do formuláře evidence intervalparametrů</p> <p>Záznam o výměně provede do formuláře spotřebování náhradních dílů</p>		<p>měsíc</p> <p><u>Seřizovač</u></p>
---	---	--	--------------------------------------

Obr. 53 Upravený TPM formulář (interní dokumentace firmy XY)

11 FÁZE ŘÍZENÍ

11.1 Neshodná pozice pinů

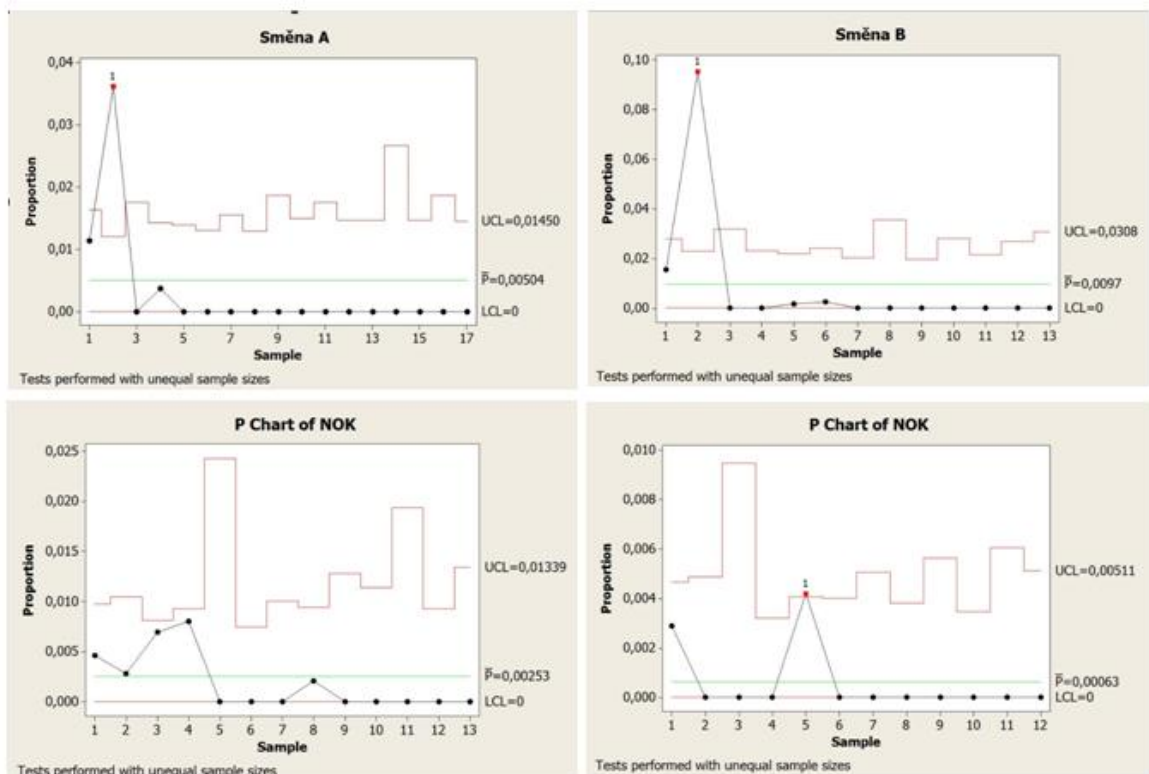
Aby bylo možné řídit proces kontroly a dorovnávání pinů přímo ve výrobním procesu – tedy nejen ho kontrolovat, ale i regulovat byly počty neshodných kusů (tedy sestav s piny ve špatné pozici) jsou tyto kusy zaváděny do regulačních diagramů. Protože vstupem pro regulační diagramy jsou binomická data (OK/NOK kus) a počet kontrolovaných kusů není stejný, je využito tzv. P-diagramu, který zachycuje podíl neshodných jednotek v každé podskupině.

Tab. 15 Počet ověřených a neshodných kusů sledovaných po jednotlivých směnách (vlastní zpracování)

Směna A		Směna B		Směna C		Směna D	
Ověřeno	NOK	Ověřeno	NOK	Ověřeno	NOK	Ověřeno	NOK
352	4	258	4	435	2	346	1
912	33	493	47	360	1	312	0
288	0	176	0	720	5	72	0
528	2	480	0	499	4	852	0
576	0	576	1	48	0	476	2
696	0	408	1	928	0	496	0
408	0	760	0	400	0	288	0
720	0	128	0	480	1	552	0
240	0	848	0	215	0	224	0
456	0	256	0	288	0	696	0
288	0	624	0	80	0	192	0
480	0	288	0	502	0	280	0
479	0	192	0	192	0		
96	0						
480	0						
240	0						
504	0						

Výskyt neshodné výroby je standardně sledován po směnách, proto i v případě regulace výskytu neshody špatné pozice pinů byl zvolen tento postup. V tabulce (Tab. 15) je uveden jednak počet sestav, které byly následně kontrolovány pracovníkem QIP, dále pak počet zjištěných neshodných kusů z tohoto výběru. Protože nebyla velikost výběru standardizována a počet následně kontrolovaných počtů se liší, liší se i horní regulační hranice na jednotlivých diagramech (Obr. 54). Dolní hranice pochopitelně zůstává stále stejná – je jí nu-

lový počet vyrobených NOK kusů. Z výše zmíněné tabulky a obrázku je patrné, že i přes intenzivní zaučení operátorů v průběhu projektu, byly zpočátku (při „ostrém“ provozu) nalézány neshodné kusy. Evidentní je ale klesající trend výskytu neshodných výrobků, kdy se nejen daří udržovat počty neshodných kusů v rámci tolerančních mezí, ale výsledky několika posledních kontrol dokonce vykazují nulový počet kusů se špatnou pozicí pinů.



Obr. 54 Regulační diagramy pro sestavy se špatnou pozicí pinů (vlastní zpracování v programu Minitab 15)

11.2 Ostatní neshody

11.2.1 Vizualizace a úprava pracovních postupů

Protože vizuální kontrola přináší značný podíl subjektivního posouzení operátorem, byly ve spolupráci se zákazníkem vytvořeny tzv. katalogy neshod (které jsou výsledkem Kano analýzy prováděné na začátku projektu), jež v přesnější míře – a především podle hlasu zákazníka – definují povolené a nepovolené neshody – např. Obr. 55. Tyto katalogy byly přepracovány do tabulí, které jsou umístěny na jednotlivá pracoviště a do kontrolních postupů.

**CABLE IS DAMAGED OR
SCRATCHED BUT DEFECT IS
SMALLER THAN 3 CM AND
WHITE TUBE CAN'T BE SEEN
EVEN THOUGH CABLE IS BENT**



Obr. 55 Definice vady povolené finálním zákazníkem (interní materiály firmy XY)

Obr. 55 ukazuje povolenou míru poškození v přesné definici (poškrábání nesmí být větší jak 3 cm a smí být poškozena pouze povrchová černá izolace). Hloubku poškození musí operátor kontrolovat ohnutím kabelu (při ohnutí se nesmí objevit bílá izolace). K stanovení velikosti poškození byly vytvořeny měrky, které definují maximální rozměr povoleného poškrábání. Operátor vykonávající 100% kontrolu tak může přesně stanovit, zda-li je poškození ještě přijatelné, nebo již není.

11.2.2 Pravidelné audity

Dále byl vytvořen plán pravidelných auditů, jejichž smyslem je kontrola dodržování nastavených standardů kvality. Audity jsou prováděny vždy 3x týdně zástupci výroby, engineeringu a kvality. Auditováno je vždy předem stanovené pracoviště tak, aby byla v rámci měsíce provedena kontrola všech pracovišť. Zjištěné neshody jsou zanášeny do akčních plánů s termínovaným nápravným opatřením.

11.2.3 Řízená rotace na pracovištích

Protože nebylo standardem střídat jednotlivé operátory na pracovištích tak, aby nedocházelo k únavě z jednotvárné práce a aby byla zaručena kvalita výstupu, byla nastavena pravidelná rotace na všech pracovištích a to každou hodinu.

12 VYHODNOCENÍ PROJEKTU

Ke konečnému schválení implementace kontrolních mechanismů do přímého výrobního procesu linky bylo nutné získat schválení zákazníka, kterému byla předložena projektová dokumentace a kvalitativní výsledky.

Pro pilotní výrobek byl dán souhlas ze strany zákazníka v lednu 2015. Dále bylo domluveno, že zbylé výrobky budou zasílány tímto způsobem:

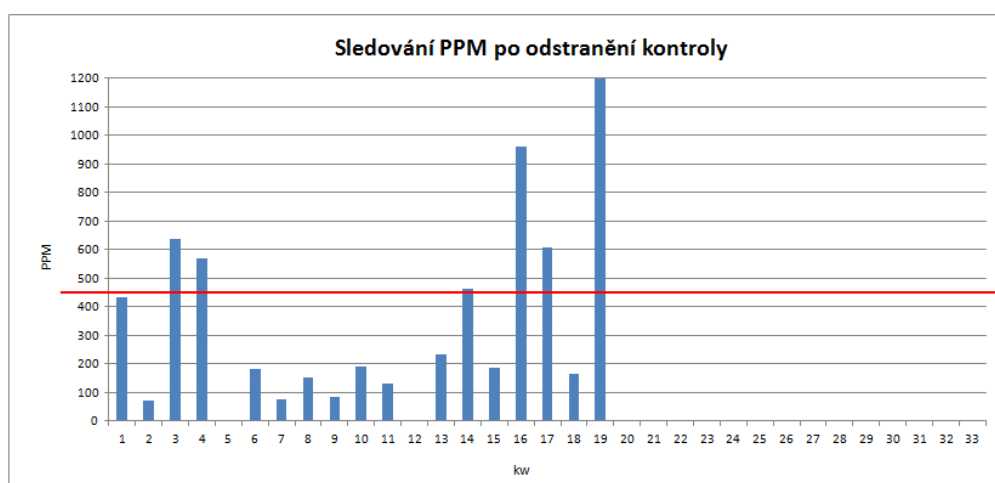
- V období únor až březen 2015 výrobky ze skupiny A a B (viz ABC analýza na *Obr. 51*)
- Po schválení těchto výrobků bude zbylá skupina schválena zasláním jednoho reprezentanta skupiny

V současnosti jsou tedy schválené (a přímo k zákazníkovi – bez externí kontroly – odchází) „pouze“ 92,6% celkové produkce linky.

Důvodem nesplnění bylo obtížné a zdlouhavé vyjednávání se zákazníkem ohledně bližší specifikace neshod. Podrobný rozbor sledovaných cílů je obsahem dalších kapitol.

12.1 Interní zmetkovitost (PPM)

Počáteční hodnotou PPM bylo méně než 550. Cílem pro projekt byla hodnota méně než 450. Z grafu *Obr. 56* je vidět, že i tento cíl se podařilo splnit pouze částečně v některých týdnech.



Obr. 56 Vývoj PPM po odstranění externí kontroly v roce 2015 (interní dokumentace firmy XY)

Z analýzy sběrných karet neshod vyplývá, že příčinou vyšší interní zmetkovitosti je dodavatelská nekvalita – bužírka i kabelová oka jsou nakupovanými komponentami (Obr. 57). Tento problém je v současnosti řešen s jednotlivými dodavateli prostřednictvím reklamací. Doporučením týmu je změnit v obou případech balení komponent tak, aby nedocházelo k jejich poškození během transportu. Dalším doporučením je vytvoření přejímacího plánu nakupovaných komponent dle statistické přejímky – viz Obr. 58)

CODE	Chyba	Týden / počet NOK	Týden																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
35	poškozené oko -LEAR GODOLLO	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	45	0	0	0	0	
3	Bužírka nekryje drátky	31	2	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	2	4	2	0	0	0	10	0	2		
17	Poškozená bužírka	15	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	3	2	2	4	0	0	0	0	0		
30	Drátek skrz bužírku	10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1		
40	Pin je vidět zezadu	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
38	Popálená bužírka	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0		
16	Poškozený povrch kabelu	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0		
11	Otřep na laser pinu	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
24	chybí štítek	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	Poškozený konektor	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	Poškozený výřez	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0		
18	Padá/chybí pin.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
22	Špóna na výřezu	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
47	Poškozený signal pin uvnitř konektoru	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15	Špóna uvnitř bužírky	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
28	Poškozený clamp - poškozeny krček	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Obr. 57 Sledování neshod na lince BMS (interní dokumentace firmy XY)

dávka	výběr	LQ – nepřijatelné úrovně nejakosti									
		0,5	0,8	1,25	2,0	3,15	5,0	8,0	12,5	20	32
16 – 25	n	→	→	→	→	→	25	17	13	9	6
	Ac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 – 50	n	→	→	→	50	50	28	22	15	10	6
	Ac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51 – 90	n	→	→	90	50	44	34	24	16	10	8
	Ac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91 – 150	n	→	150	90	80	55	38	26	18	13	13
	Ac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
151 – 280	n	200	170	130	95	65	42	28	20	20	13
	Ac	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
281 – 500	n	280	220	155	105	80	50	32	32	20	20
	Ac	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3
501 – 1 200	n	380	255	170	125	125	80	50	32	32	32
	Ac	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
1 201 – 3 200	n	430	280	200	200	125	125	80	50	50	50
	Ac	0	0	0	1	1	3	3	5	10	10
3 201 – 10 000	n	450	315	315	200	200	200	125	80	80	80
	Ac	0	0	1	1	3	5	5	5	10	18
10 001 – 35 000	n	500	500	315	315	315	315	200	125	125	80
	Ac	0	1	1	3	5	10	10	10	18	18
35 001 – 150 000	n	800	500	500	500	500	500	315	200	125	80
	Ac	1	1	3	5	10	18	18	18	18	18
150 001 – 500 000	n	800	800	800	800	800	500	315	200	125	80
	Ac	1	3	5	10	18	18	18	18	18	18
více než 500 000	n	1 250	1 250	1 250	1 250	800	500	315	200	125	80
	Ac	3	5	10	18	18	18	18	18	18	18

Přesáhne-li velikost výběru velikost dávky – použije se 100%-ní kontrola
 → použije se první použitelný přejímací plán s vyšší hodnotou LQ

Obr. 58 Přejímací plán dle statistické přejímky srovnáním (Jiří Chaloupka, © 2008-2010)

Souhrn – interní zmetkovitost

Splněno: částečně

Důvod nesplnění: dodavatelská nekvalita

Doporučení realizačního týmu: změna balení komponent, aplikace statistické přejímky na vstupní kontrole

12.2 Index VA

Index VA se podařilo snížit na plánovanou úroveň (0,1%) v 92,6% vyráběné produkce (viz mapa hodnotového toku v příloze). Pro zbývající výrobky zůstává index na původní hodnotě jako před začátkem projektu.

Souhrn – index přidané hodnoty

Splněno: částečně

Důvod nesplnění: změny v procesu nejsou validované pro 100% produkce

12.3 Náklady na dodatečnou kontrolu

Náklady na dodatečnou kontrolu se nepodařilo snížit na požadovanou úroveň. Pilotní výrobek, pro který je odstraněná kontrola schválená zákazníkem ale průměrně činí 43,76% produkce linky BMS, proto není úspora nezanedbatelná.

Kalkulace nákladů na třídění před projektem

Sazba na třídění (přímé náklady)	185 Kč/hod
Náklady na supervizora, administrativu	1 500 Kč/týden
Hodinová norma	110 ks/hod
Průměrný počet kontrolovaných výrobků	35 000 ks/týden

Z výše uvedených vstupů vyplývá, že přímé týdenní náklady činí 58 864 Kč. Celkové týdenní náklady na třídění pak 60 364 Kč.

Roční průměrné náklady na třídění (při 50 týdnů/rok) činí 3 018 182 Kč.

Kalkulace nákladů na třídění po eliminaci

Sazba na třídění (přímé náklady)	185 Kč/hod
Náklady na supervizora, administrativu	1 500 Kč/týden
Hodinová norma	110 ks/hod
Průměrný počet kontrolovaných výrobků	2 590 ks/týden

Přímé týdenní náklady po úpravě jsou 4 356 Kč. Celkové týdenní náklady (při započtení nákladů fixních) jsou 5 856 Kč.

Roční průměrné náklady na třídění (při 50 týdnů/rok) činí 292 800 Kč.

Plánovaná úspora činila 3,018 mil Kč ročně. Tato částka představuje úplné zrušení 100% externí kontroly. Vzhledem k tomu, že zcela bylo dokončeno odstranění externí kontroly pro 92,6% produkce, činí průměrná roční úspora 2 725 382 Kč.

Souhrn – eliminace nákladů na dodatečnou kontrolu

Splněno: částečně (92,6%)

Důvod nesplnění: neplánované prodlevy při schvalování upraveného procesu přímým zákazníkem

ZÁVĚR

Tato diplomová práce popisovala skutečně realizovaný projekt ve firmě XY. Cílem tohoto projektu bylo k lednu 2015 100% eliminovat vizuální kontrolní činnost prováděnou najatou externí firmou.

Projektovému týmu se podařilo získat podrobné požadavky na kvalitu výrobků v podobě katalogu jednotlivých neshod, kde jsou vizuálně znázorněny a popsány kritéria akceptovatelnosti těchto neshod. Na základě těchto informací a na základě šetření popsanych v analytické části práce, byl navrhnut a spuštěn projekt vedoucí k eliminaci vizuální kontroly externí prováděné externí firmou, respektive byla tato kontrola zredukována a umístěna přímo do výrobního procesu linky.

Cíl projektu byl dosažen pouze částečně, v řeci čísel na 92,6%. Výsledek to není stoprocentní, ale domnívám se, že jej lze pokládat za úspěšný, neboť zvolenými akcemi se řešitelskému týmu podařilo snížit průměrné náklady na externí kontrolu **z 3,018 mil Kč ročně na 290 tisíc Kč ročně**.

Výsledky jednotlivých metrik projektu jsou následující:

K úplné eliminaci nákladů na externí kontrolu je nutné dokončit validaci málo obratových výrobků zákazníkem. Cílem je projekt dokončit do června 2015.

Index přidané hodnoty se podařilo zvýšit na cílovou hodnotu 0,1% v případě validovaných výrobků, které činí 92,6% celkové produkce. Přestože bylo dosaženo cíle, tým navrhuje tuto hodnotu zvýšit alespoň na průměrnou hodnotu 5%. Toto zvýšení by mohlo být dosaženo snížením zásob mezi jednotlivými operacemi, optimalizací jednotlivých výrobních buněk (především pak úzkých míst), vybalancováním linky a přechodem na koncept tahu.

Interní zmetkovitost se podařilo snížit na cílovou hodnotu pouze v některých týdnech. Důvodem vyšších hodnot je hlavně nedostatečná kvalita nakupovaných komponent. Toto je v současnosti samozřejmě řešeno prostřednictvím reklamací na dodavatele a 8D reportů. Problémem ovšem je, že jsou tyto závady odhalovány až ve výrobním procesu. Protože ve firmě XY probíhá pouze namátková vstupní kontrola (je vybráno 10 ks z každé dodávky a ty jsou kontrolovány), navrhuje projektový tým nastavit statistickou kontrolu srovnáváním a měřením. Paralelně probíhá intenzivní komunikace s dodavateli jednotlivých komponent o změně balení.

Dalším doporučením týmu je podrobnější analýza pracovních podmínek operátorů při vykonávání 100% kontroly. V této fázi projektu byla nastavena pouze pravidelná rotace pracovníků. Následujícími kroky by měla být analýza pracovní polohy při kontrole a kontrola a nastavení světelných podmínek.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] AKPOLAT, Hasan. *Six sigma in transactional and service environments*. Burlington, Vt.: Gower, c2004, xiii, 163 p. ISBN 05-660-8577-1.
- [2] Analytické techniky - ManagementMania.com. *ManagementMania.com* [online]. © 2011-2013 [cit. 2014-06-07]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyzy-analyticke-techniky>
- [3] ARULESWARAN, A. *Changing with Lean Six Sigma*. Selangor, Malaysia: LSS Academy Sdn. Bhd, 2009. ISBN 978-983-4458-201.
- [4] BRIŠ, Petr. *Management kvality*. Vyd. 2., uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 208 s. ISBN 978-80-7318-912-9.
- [5] Co je Six Sigma. *Sixsigma-ig.cz* [online]. Datum neuvedeno [cit. 2014-06-09]. Dostupné z: <http://www.sixsigma-iq.cz/COJESIXSIGMA.aspx>
- [6] CORY, Timothy a With Thomas SLATER. *Brainstorming: Techniques for New Ideas*. New York: iUniverse, 2003, viii, 75 pages. ISBN 05-952-9831-1.
- [7] DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO. *Projektový management podle IPMA*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012, 526 s. ISBN 978-80-247-4275-5.
- [8] GEORGE, Michael L. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. 1. vyd. Brno: SC, 2010, xii, 413 p. ISBN 978-80-904099-2-7.
- [9] CHALOUPKA, Jiří. Ishikawův diagram. *Ing. Jiří Chaloupka: konzultant kvality* [online]. © 2008-2010 [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: <http://www.chaloupka-kvalita.cz/ishikawuv-diagram>
- [10] KABÁTEK, Aleš a Olga LOŠŤÁKOVÁ. *Obchodní a manažerská prezentace: a pocket guide*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 205 s. ISBN 978-80-247-3344-9.
- [11] KAŇÁKOVÁ, Eva. *Jak efektivně vést porady*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2008. Vedení lidí v praxi. ISBN 978-80-247-1625-1.
- [12] KOLČAVOVÁ, Alena. *Kvantitativní metody v rozhodování: studijní pomůcka pro distanční studium*. Vyd. 4., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 194 s. ISBN 978-80-7318-950-1.
- [13] KOŠTURIÁK, Ján. Kano model. <Http://www.ipaczech.cz/> [online]. 2012 [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/kano-model>
- [14] KUPKA, Karel. *Statistické řízení jakosti*. Vyd. 2. uprav. Pardubice: TriloByte, 1997, 191 s. ISBN 80-238-1818-X.

- [15] LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [16] LOCHER, Drew. *Value stream mapping for lean development: a how-to guide for streamlining time to market*. Boca Raton: Taylor, c2008, xiv, 127 p. ISBN 15-632-7372-1.
- [17] MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. Vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. ISBN: 80-902235-9-1
- [18] MUNRO, Roderick A a With Thomas SLATER. *Lean Six Sigma for the healthcare practice: a pocket guide*. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, 2009, xxii, 225 p. ISBN 08-738-9760-9.
- [19] PIVODOVÁ, Pavlína. Měření práce. In: *Vyuka.fame.utb: Studie metod a měření práce PSMMP - KSMMP* [online]. 2014 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://vyuka.fame.utb.cz/course/view.php?id=587>
- [20] PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1.
- [21] PYZDEK, Thomas. *The Six sigma handbook: a complete guide for green belts, black belts, and managers at all levels*. Rev. and expanded ed. New York: McGraw-Hill, c2003, xviii, 830 p. ISBN 00-714-1015-5.
- [22] SCHWALBE, Kathy. *Introduction to project management*. 2nd ed. Boston, Mass.: Course Technology, c2009. ISBN 14-239-0220-3.
- [23] SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1501-5.
- [24] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0
- [25] TANG, Loon Ching. *Six sigma: advanced tools for black belts and master black belts*. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, c2006, xviii, 454 p. ISBN 978-047-0025-833.
- [26] TAYLOR, Gerald M. *Lean six sigma service excellence: a guide to green belt certification and bottom line improvement*. Ft. Lauderdale, Fla.: J. Ross Pub., c2009, xix, 289 p. ISBN 978-160-4270-068.
- [27] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

- [28] TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.
- [29] WILSON, Chauncey. *Brainstorming and beyond: a user-centered design method*. Oxford: Elsevier Inc., 2013, 75 pages. ISBN 01-240-7157-0.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BMS	Battery Management System
CPM	Critical Path Method
DFSS	Design for Six Sigma
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Control
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
JIT	Just in Time
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MSA	Measurement System Analysis
MTM	Methods Time Measurement
PMTS	Predetermined Motion Time Systems
PPM	Parts Per Milion
RIPRAN	Risk Project Analysis
SMART	Specific, Measurable, Acceptable, Realistic, Timed
SWOT	Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats
TMU	Time Measurement Unit
TPM	Total Productive Maintanance
TPS	Toyota Production System
UAS	Universelles Analysier System
VOC	Voice of Customer
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketzu, Shitsuke

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Systém výroby firmy Toyota (TPS) (Liker, 2008, str. 58)</i>	17
<i>Obr. 2 Six sigma rozdělení (Barringer and Associates, ©2013)</i>	19
<i>Obr. 3 Cyklus DMAIC (Taylor, 2009, s. 178)</i>	22
<i>Obr. 4 Rovnováha mezi cíli zákazníka a podniku (Shillito, 2001, s. 8)</i>	23
<i>Obr. 5 Kano analýza (IPA, © 2007)</i>	24
<i>Obr. 6 Projektová listina (Docstoc, © 2013)</i>	26
<i>Obr. 7 Příklad Value Stream Mapy (www.volko.cz)</i>	29
<i>Obr. 8 Základní struktura Ishikawova diagramu (Munro, 2009, str. 80)</i>	35
<i>Obr. 9 Příklad Paretova grafu (Kvalita produkcie, ©2011)</i>	37
<i>Obr. 10 np-diagram (Kupka, 1997, str. neuvedena)</i>	39
<i>Obr. 11 p-diagram (Kupka, 1997, str. neuvedena)</i>	39
<i>Obr. 12 Sekvence „obecné přemístění“ (Mašín, 2003, str. 36)</i>	42
<i>Obr. 13 Sekvence „obecné přemístění“ s určenými indexy (Mašín, 2003, str. 37)</i>	42
<i>Obr. 14 Analyzační protokol (Mašín, 2003, str. 41)</i>	43
<i>Obr. 15 Hierarchické zařazení společnosti XY Vyškov (interní dokumentace firmy XY)</i>	45
<i>Obr. 16 Rozložení zákazníků firmy XY (interní dokumentace firmy XY)</i>	47
<i>Obr. 17 Členění dokumentace ve firmě XY (vlastní zpracování na základě interní dokumentace firmy XY)</i>	48
<i>Obr. 18 Počet zaměstnanců linky BMS k 28. 2. 2015 (interní dokumentace firmy XY)</i>	50
<i>Obr. 19 Layout linky BMS (interní dokumentace firmy XY)</i>	51
<i>Obr. 20 Výrobky linky BMS – krátký, dlouhý, ohýbaný kabel (interní dokumentace firmy XY)</i>	52
<i>Obr. 21 Výroba plastového obstríku (vlastní zpracování na základě interní dokumentace firmy XY)</i>	53
<i>Obr. 22 Postup výroby finální sestavy (vlastní zpracování na základě interní dokumentace firmy XY)</i>	54
<i>Obr. 23 Rozměry definující pozici pinů (vlastní zpracování)</i>	55
<i>Obr. 24 Výpočet kritické cesty projektu (vlastní zpracování v programu WinQSB)</i>	61
<i>Obr. 25 Grafické znázornění kritické cesty projektu (vlastní zpracování v programu WinQSB)</i>	61

<i>Obr. 26 Vizualizace dorovnávání pozice pinů pomocí přípravku (interní dokumentace firmy XY)</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 27 Výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 – kontrola bez samovolného vypadnutí kontrolního přípravku (vlastní zpracování)</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 28 Opakovatelnost měření jednotlivých operátorů – výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 (vlastní zpracování)</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 29 Výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 – kontrola se samovolným vypadnutím kontrolního přípravku (vlastní zpracování)</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 30 Výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 – kontrola se samovolným vypadnutím kontrolního přípravku (vlastní zpracování)</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 31 Opakovatelnost měření jednotlivých operátorů – výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 (vlastní zpracování)</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 32 Neshody za rok 2013 dle počtu (vlastní zpracování)</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 33 Podklad pro Kano analýzu (interní dokumentace firmy XY)</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 34 Výsledky MSA analýzy v programu Minitab 15 – kontrola samostatného plastového obštíku (vlastní zpracování)</i>	<i>75</i>
<i>Obr. 35 Opakovatelnost kontroly jednotlivých operátorů – prezentace výsledků v programu Minitab 15(vlastní zpracování)</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 36 Cyklus času pracovišť první části linky v porovnání se zákaznickým takt timem – stav před implementací kontroly a dorovnávání pinů na pracoviště 344 (vlastní zpracování)</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 37 Stanovení cyklus času pracoviště 344 před aplikací kontroly a dorovnávání pinů (vlastní zpracování)</i>	<i>80</i>
<i>Obr. 38 Stanovení cyklus času pracoviště 344 po aplikaci kontroly a dorovnávání pinů (vlastní zpracování)</i>	<i>81</i>
<i>Obr. 39 Cyklus času pracovišť první části linky v porovnání se zákaznickým takt timem – stav po implementaci kontroly a dorovnávání pinů na pracoviště 344 (vlastní zpracování)</i>	<i>81</i>
<i>Obr. 40 Paretova analýza k výskytu neshod dle stanovených kritérií (vlastní zpracování)</i>	<i>83</i>
<i>Obr. 41 Katalog neshod (interní dokumentace firmy XY)</i>	<i>84</i>
<i>Obr. 42 Diagram příčin a následků pro neshodu neúplné balení (vlastní zpracování)</i>	<i>85</i>
<i>Obr. 43 Kovová špona v obštíku (interní dokumentace firmy XY)</i>	<i>87</i>

<i>Obr. 44 Diagram příčin a následků pro neshodu kovová špona na výlisku (vlastní zpracování).....</i>	<i>87</i>
<i>Obr. 45 Diagram příčin a následků pro neshodu ostriny na hranách signálních pinů (vlastní zpracování).....</i>	<i>88</i>
<i>Obr. 46 Identifikační štítek vyráběné sestavy (interní dokumentace firmy XY).....</i>	<i>89</i>
<i>Obr. 47 Diagram příčin a následků pro neshodu chybějící identifikační štítek (vlastní zpracování).....</i>	<i>89</i>
<i>Obr. 48 Pracovní postup kontroly a dorovnání pozice pinů (interní dokumentace firmy XY).....</i>	<i>91</i>
<i>Obr. 49 Matice zaškolení na kontrolu a dorovnávání pinů (interní dokumentace firmy XY).....</i>	<i>92</i>
<i>Obr. 50 Kontrolní štítek – sledování četnosti nedostatečně zkontrolovaných obstrůvků (interní dokumentace firmy XY)</i>	<i>93</i>
<i>Obr. 51 Grafické znázornění jednotlivých skupin dle analýzy ABC (vlastní zpracování).....</i>	<i>94</i>
<i>Obr. 52 Implementované vzduchové trysky (interní dokumentace firmy XY).....</i>	<i>96</i>
<i>Obr. 53 Upravený TPM formulář (interní dokumentace firmy XY)</i>	<i>96</i>
<i>Obr. 54 Regulační diagramy pro sestavy se špatnou pozicí pinů (vlastní zpracování v programu Minitab 15)</i>	<i>98</i>
<i>Obr. 55 Definice vady povolené finálním zákazníkem (interní materiály firmy XY)</i>	<i>99</i>
<i>Obr. 56 Vývoj PPM po odstranění externí kontroly v roce 2015 (interní dokumentace firmy XY).....</i>	<i>100</i>
<i>Obr. 57 Sledování neshod na lince BMS (interní dokumentace firmy XY).....</i>	<i>101</i>
<i>Obr. 58 Přejímací plán dle statistické přejímky srovnáváním (Jiří Chaloupka, © 2008-2010)</i>	<i>101</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Tabulka verbálních hodnot pravděpodobnosti (Doležal, 2012, str. 91).....</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 2 Tabulka verbálních hodnot nepříznivých dopadů na projekt (Doležal, 2012, str. 92)</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 3 Tabulka verbální hodnoty rizika (Doležal, 2012, str. 92)</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 4 Vazební tabulka pro přiřazení verbální hodnoty rizika.....</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 5 SWOT analýza firmy XY (vlastní zpracování)</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 6 Časový plán projektu (vlastní zpracování)</i>	<i>57</i>
<i>Tab. 7 Projektová listina (vlastní zpracování).....</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 8 Riziková analýza projektu (vlastní zpracování).....</i>	<i>59</i>
<i>Tab. 9 Podklad pro výpočet kritické cesty projektu (vlastní zpracování).....</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 10 Neshody vysledované externí firmou v roce 2013 (vlastní zpracování)</i>	<i>69</i>
<i>Tab. 11 Výpočet využitelného fondu pracovní doby (vlastní zpracování)</i>	<i>77</i>
<i>Tab. 12 Stanovení cyklus časů pracovišť pomocí metody Basic MOST (vlastní zpracování).....</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 13 Matice výběru řešení pro neshodu neúplné balení (vlastní zpracování).....</i>	<i>86</i>
<i>Tab. 14 Analýza ABC – stanovení jednotlivých skupin (vlastní zpracování)</i>	<i>94</i>
<i>Tab. 15 Počet ověřených a neshodných kusů sledovaných po jednotlivých směnách (vlastní zpracování).....</i>	<i>97</i>

SEZNAM PŘÍLOH

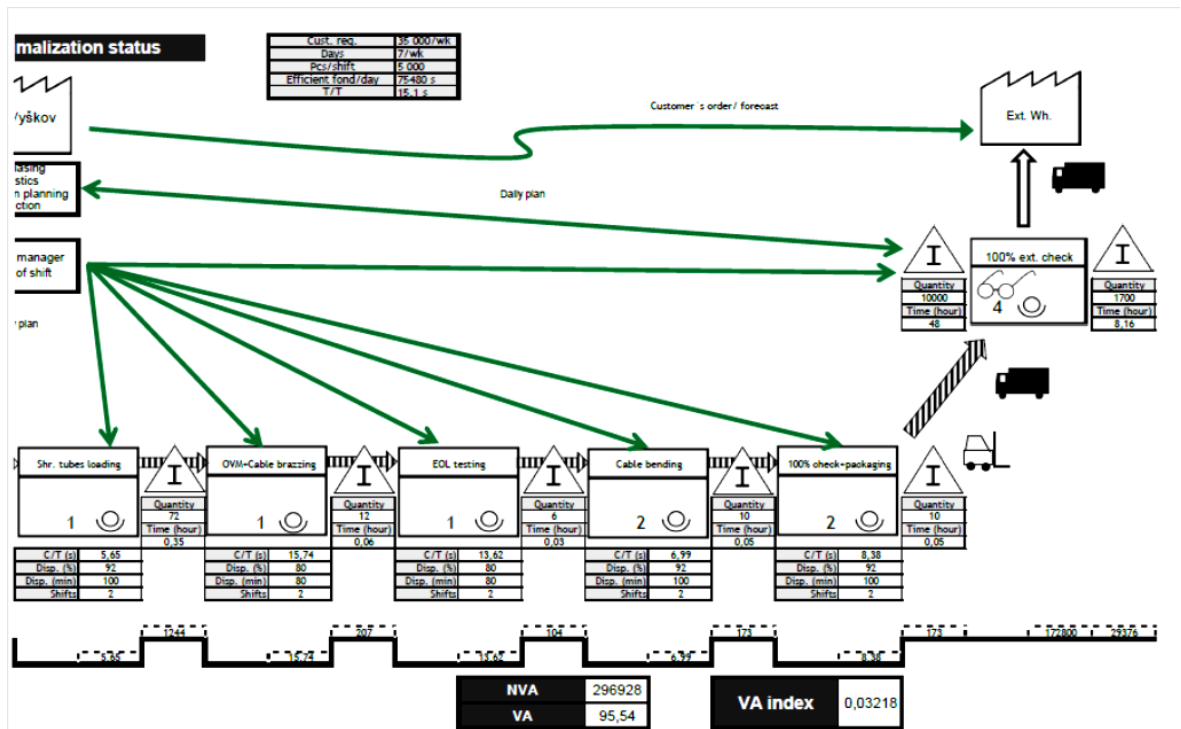
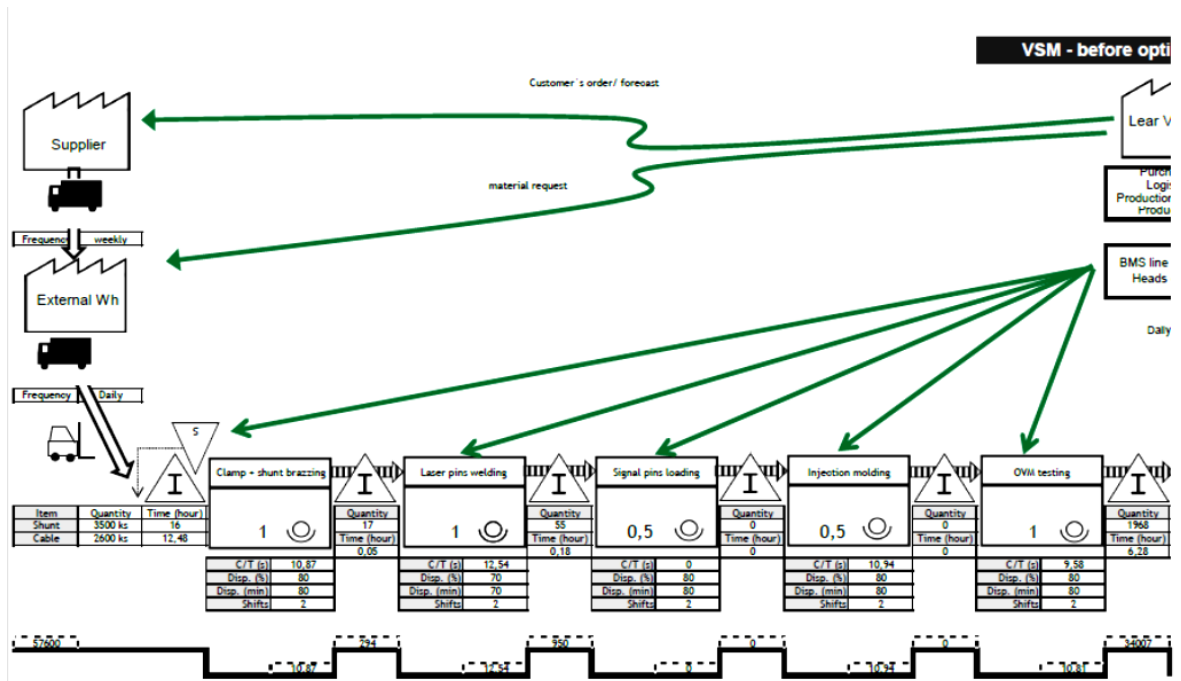
Příloha PI: VSM mapa – počáteční stav

Příloha PII: VSM mapa – konečný stav

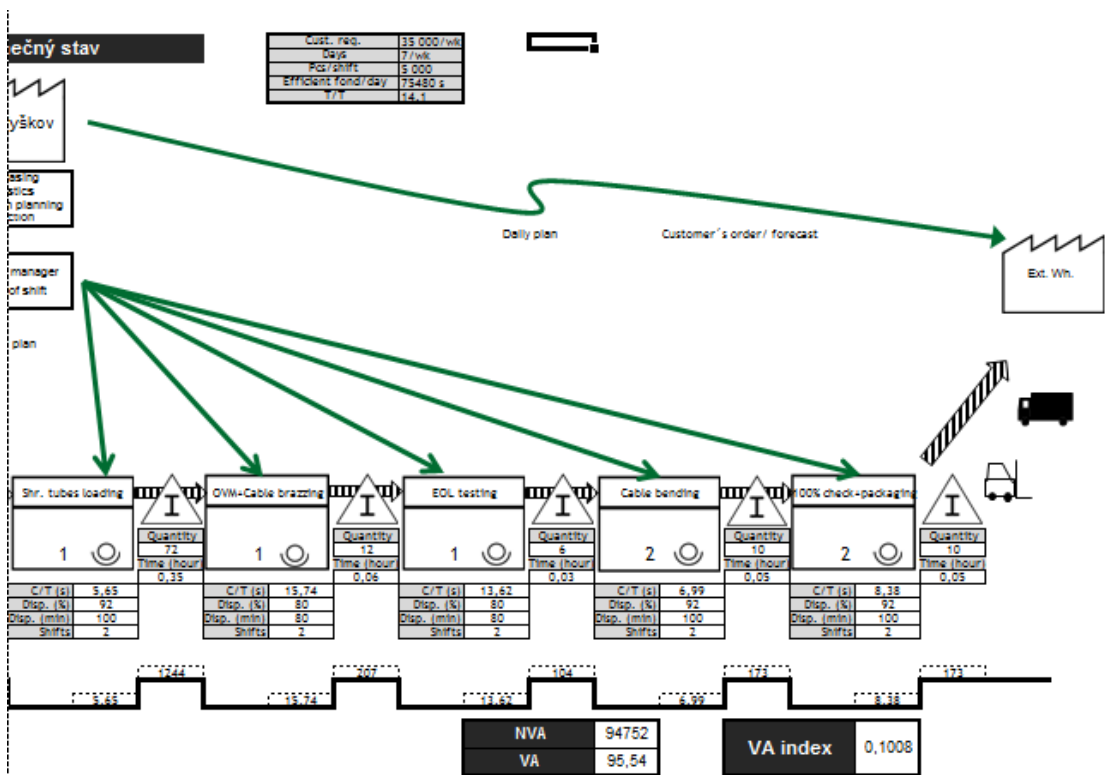
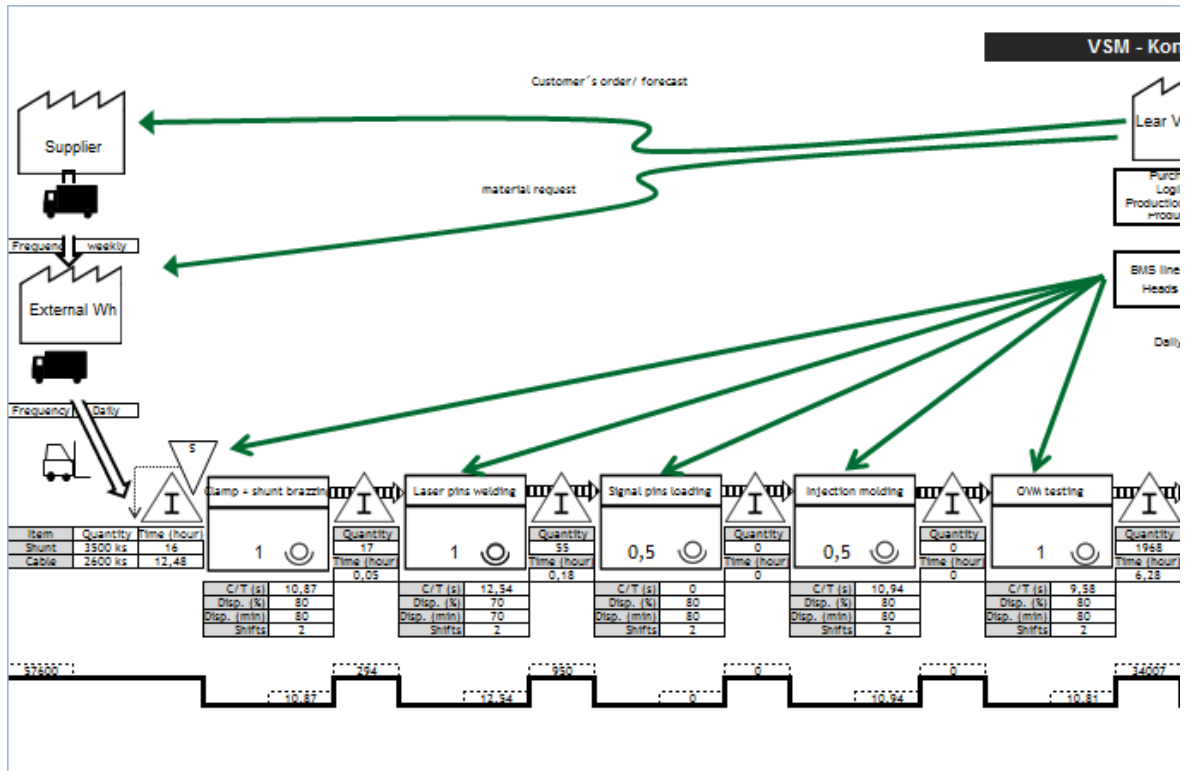
Příloha PIII: Process flow chart – počáteční stav

Příloha PIV: Process flow chart – konečný stav

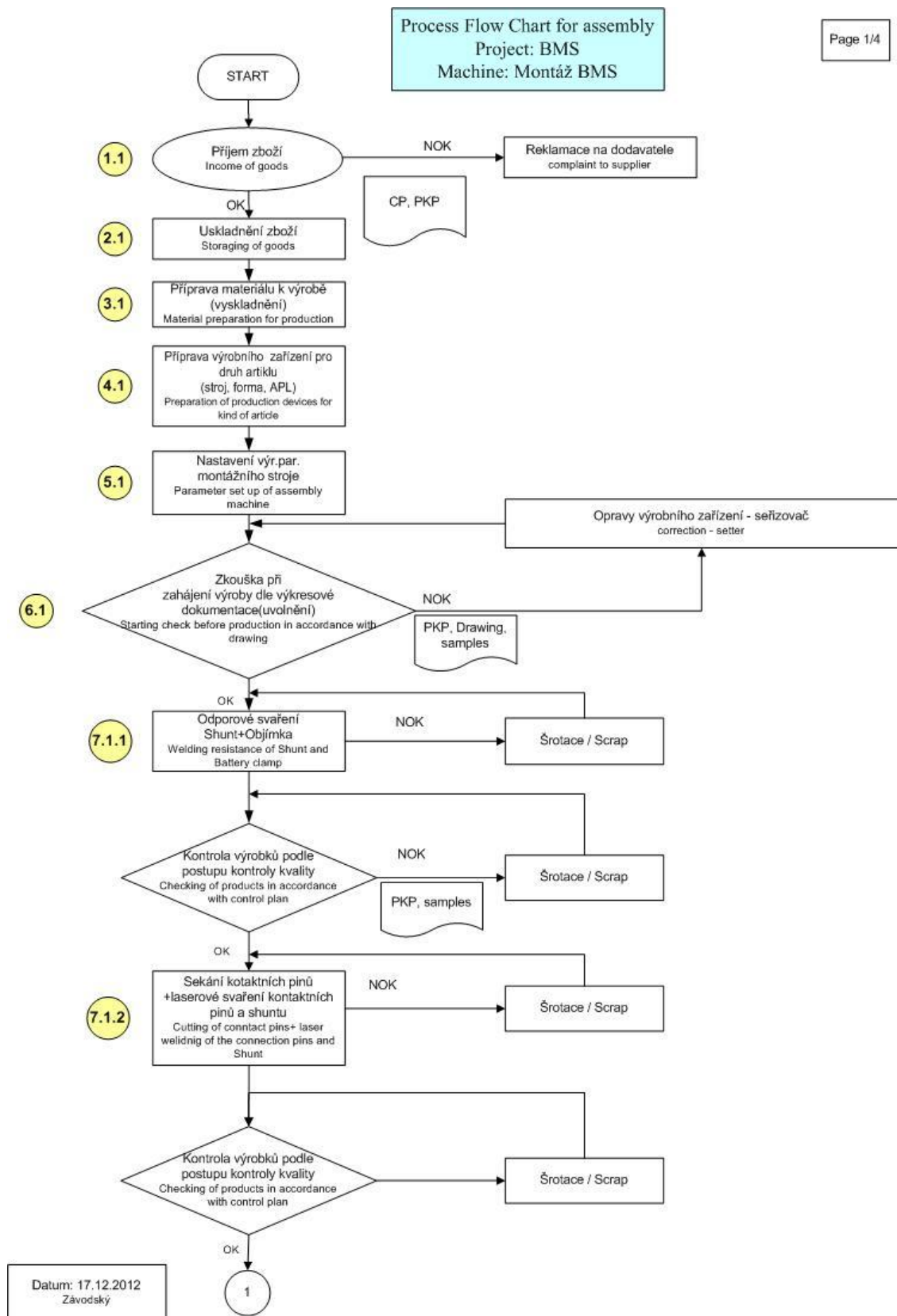
PŘÍLOHA P I: VSM MAPA – POČÁTEČNÍ STAV



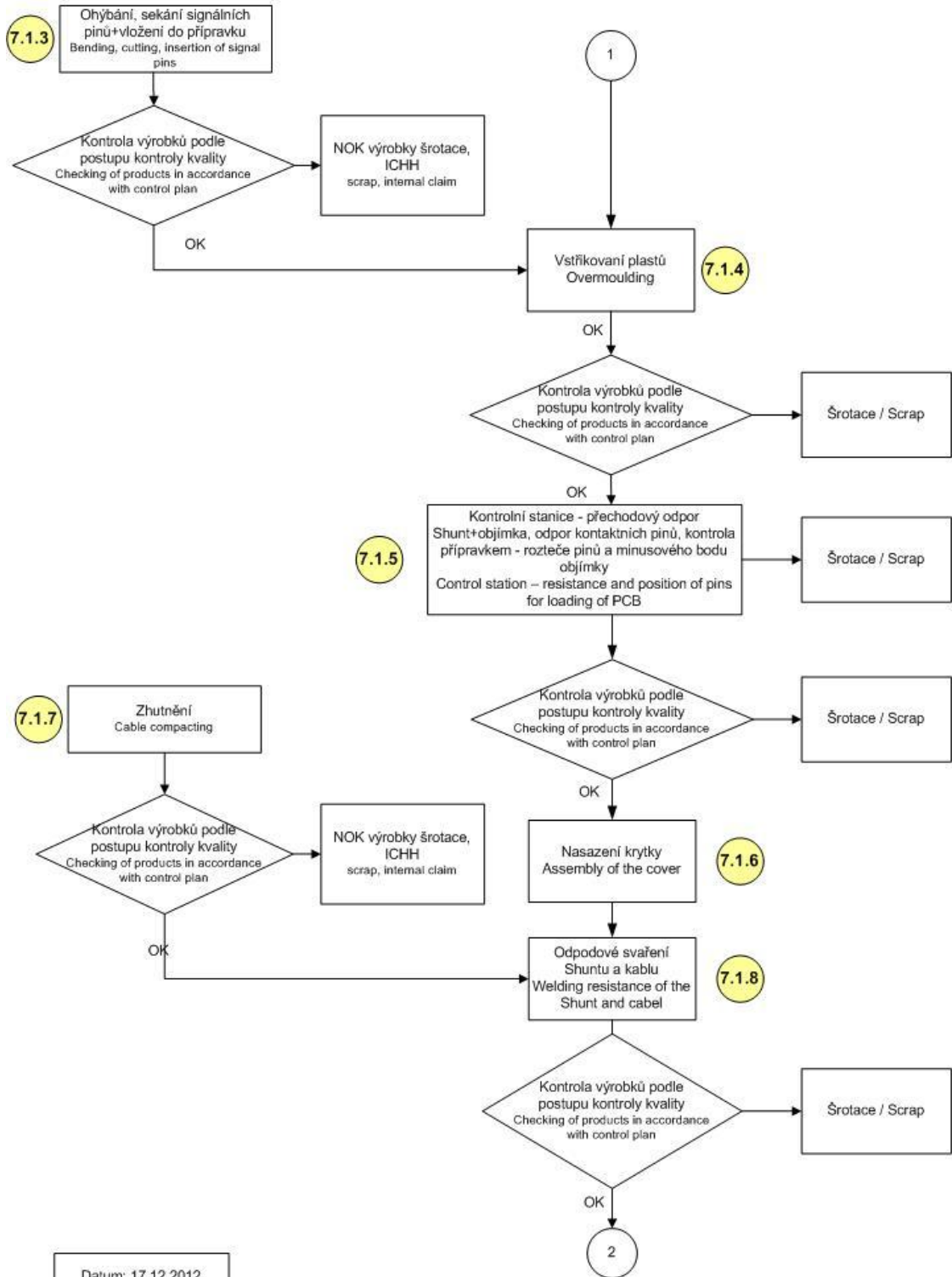
PŘÍLOHA P II: VSM MAPA – KONEČNÝ STAV



PŘÍLOHA P III: FLOW CHART VÝROBY NA LINCE BMS – PŮVODNÍ STAV

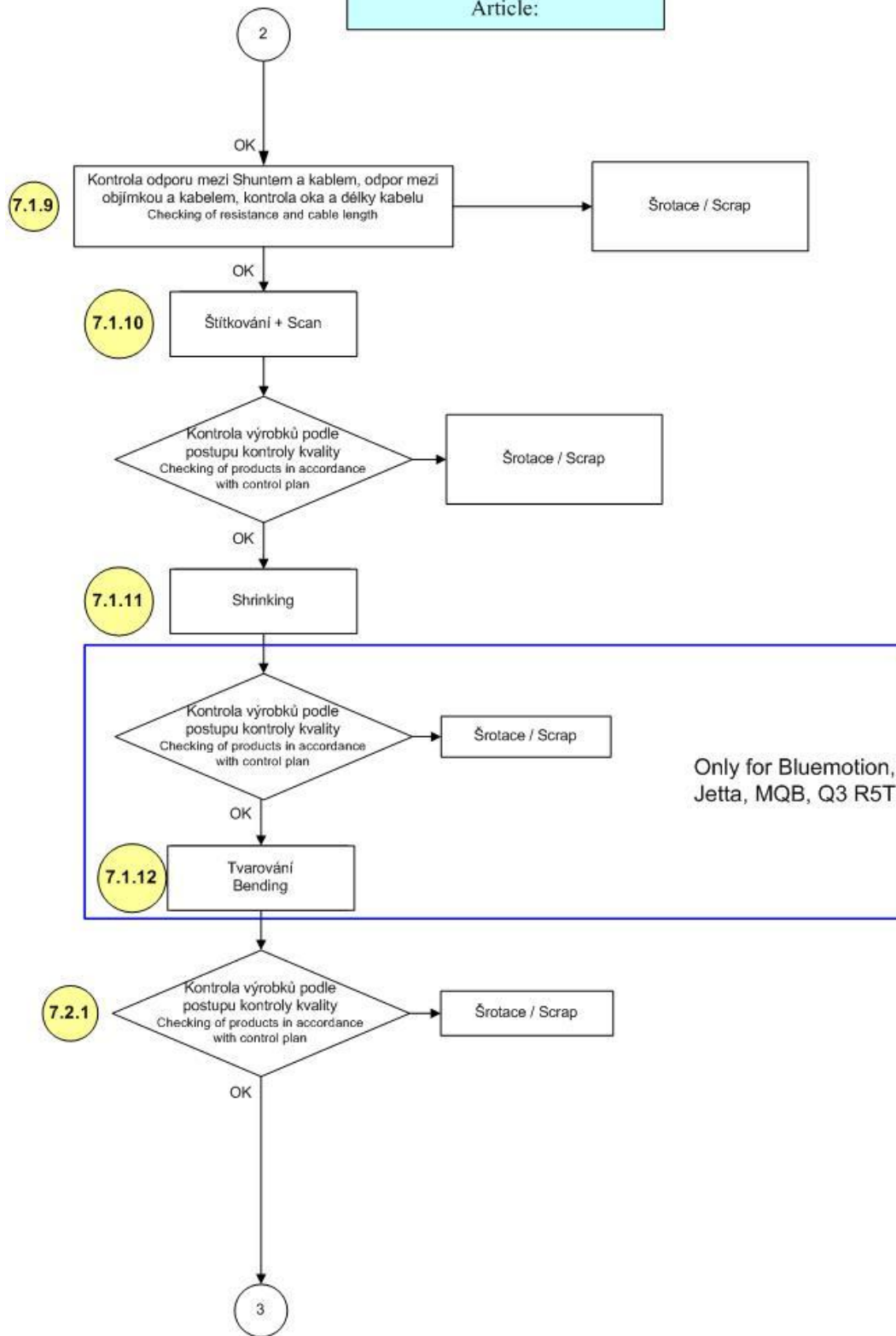


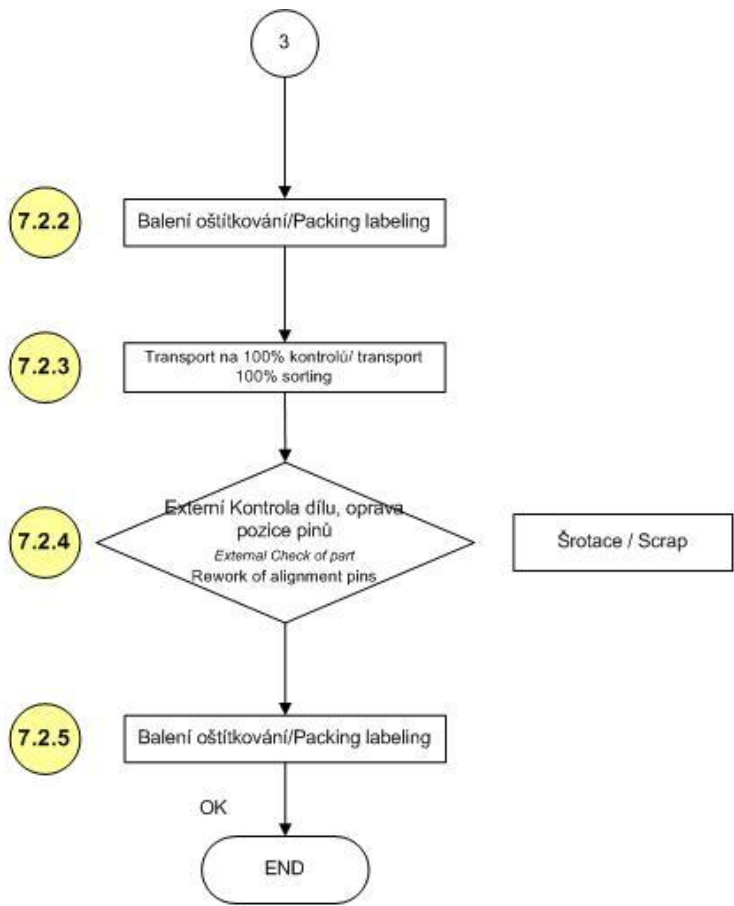
Process Flow Chart for assembly
Project: BMS
Machine: Montáž BMS



Datum: 17.12.2012
Závodský

Process Flow Chart for assembly
Project: BMS
Machine: Montáž BMS
Article:



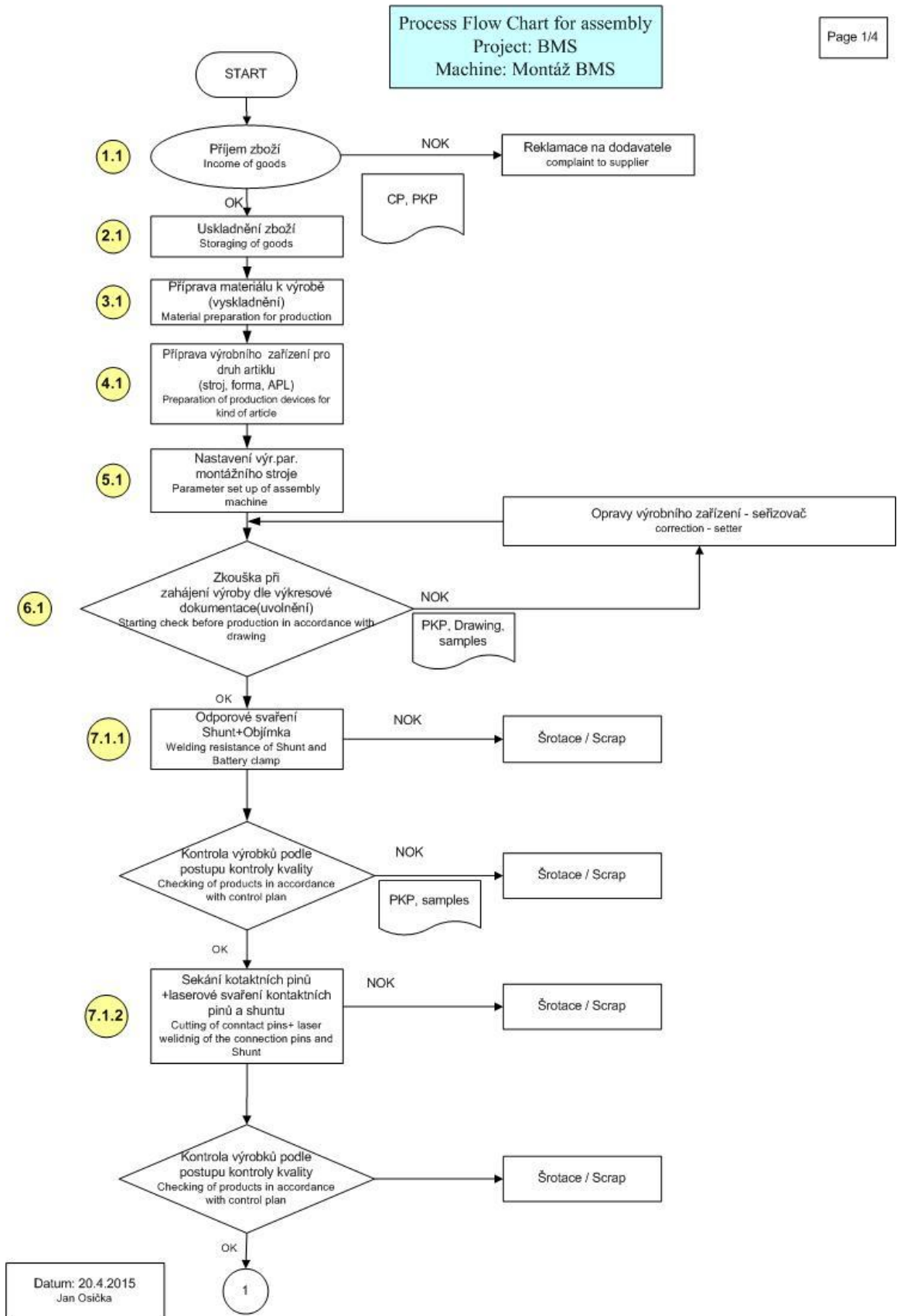


Datum: 17.12.2012
Závodský

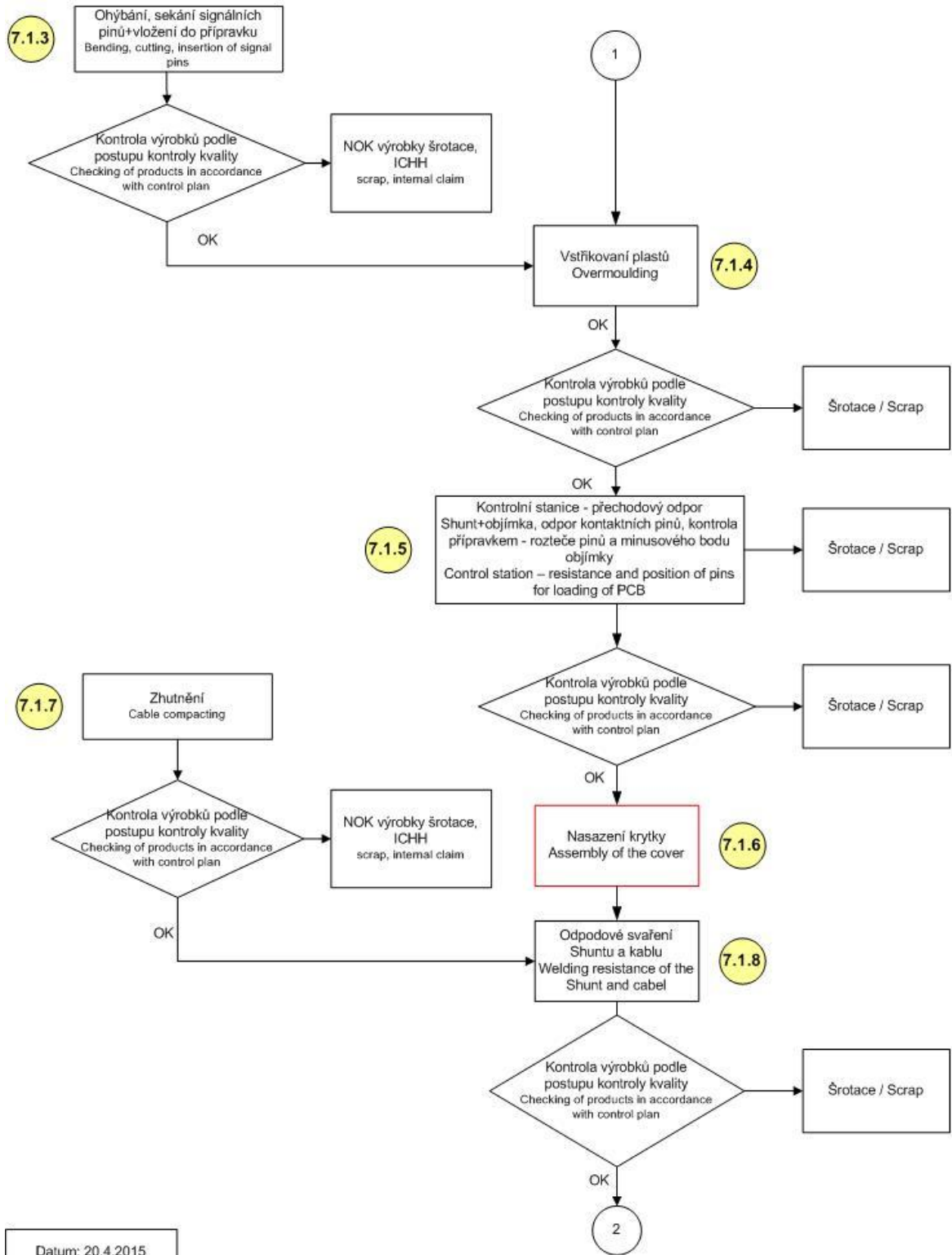
PŘÍLOHA P IV: FLOW CHART VÝROBY NA LINCE BMS – KONEČNÝ STAV

Process Flow Chart for assembly
Project: BMS
Machine: Montáž BMS

Page 1/4

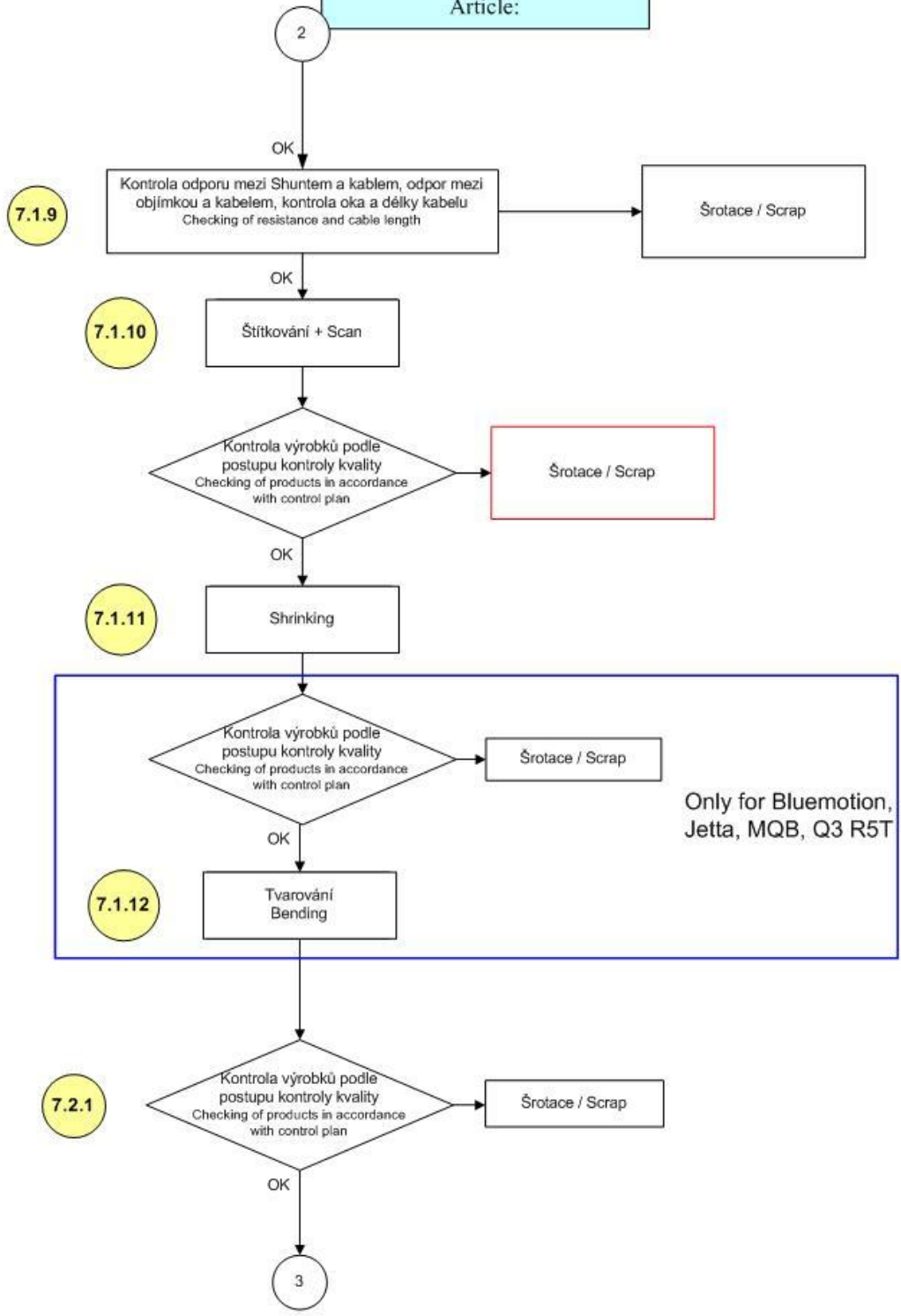


Process Flow Chart for assembly
Project: BMS
Machine: Montáž BMS



Datum: 20.4.2015
Jan Osíčka

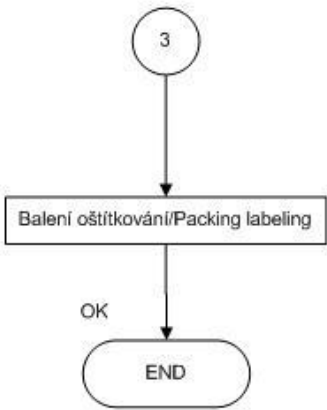
Process Flow Chart for assembly
Project: BMS
Machine: Montáž BMS
Article:



Process Flow Chart for assembly
Project: BMS
Machine: Montáž BMS
Article:

7.2.2

7.2.3



Datum: 20.4.2015
Jan Osička