



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF MANAGEMENT

OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU TLAKOVÝCH SENZORŮ VE SPOLEČNOSTI BD SENSORS S.R.O.

PRODUCTION PROCESS OPTIMIZATION OF PRESSURE SENSORS IN BD SENSORS S.R.O.
COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. MICHALA VAŇKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. VLADIMÍR BARTOŠEK, Ph.D

BRNO 2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Vaňková Michala, Bc.

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

Optimalizace výrobního procesu tlakových senzorů ve společnosti BD Sensors s.r.o.

v anglickém jazyce:

Production Process Optimization of Pressure Sensors in BD Sensors s.r.o. Company

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Cíle práce, metody a postupy zpracování

Teoretická východiska práce

Analýza současného stavu

Vlastní návrhy řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

FUJIMOTO, Takahiro. The evolution of a manufacturing system at Toyota: a framework for materials managers. New York: Oxford University Press, 1999, x, 380 s. ISBN 01-951-2320-4.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, s.r.o., 2006. ISBN 80-868-5138-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.

SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. 1. vyd.

Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999, 193 s. ISBN 80-902-2353-2.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

L.S.

prof. Ing. Vojtěch Koráb, Dr., MBA
Ředitel ústavu

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
Děkan fakulty

V Brně, dne 28.2.2015

Abstrakt

Tato diplomová práce je zaměřena na zefektivnění výrobního procesu tlakových senzorů ve společnosti BD SENSORS s.r.o. V teoretické části jsou vysvětleny základní pojmy a metody z oblasti průmyslového inženýrství, následně je provedena analýza současného stavu části podniku. Na základě zjištěných poznatků jsou navržena řešení sloužící k odstranění nedostatků.

Abstract

This thesis is focused on optimization of pressure sensor production efficiency in company BD SENSORS s.r.o. Theoretical part covers the basic terms, methods from the field of industrial engineering. Next part explores the analysis of the current state of a part of the company. Finally based on the discovered findings there are proposed corrective and preventive actions.

Klíčová slova

Štíhlý podnik, efektivita, optimalizace, průmyslové inženýrství, produktivita

Keywords

Lean management, Efficiency, Optimization, Industrial engineering, Productivity

Bibliografická citace práce

VAŇKOVÁ, M. *Optimalizace výrobního procesu tlakových senzorů ve společnosti BD Sensors s.r.o.* Brno, 2015. 73 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská. Vedoucí práce Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským)

V Brně dne 14. května 2015

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své diplomové práce panu Ing. Vladimíru Bartoškovi, Ph.D. za ochotu a cenné rady poskytnuté při zpracovávání této práce. Dále děkuji společnosti BD Sensors s.r.o., především pak panu Ing. Marečkovi, který se zasloužil o realizaci návrhů, a také pracovníkům Čistých prostor a MEMSu za ochotu při poskytování údajů pro zpracovávání analytické a praktické části této práce.

OBSAH

ÚVOD	11
CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	12
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	13
1.1 Produktivita, výkonnost, efektivita	13
1.2 Plýtvání	14
1.3 Štíhlý podnik	16
1.3.1 Štíhlá výroba	17
1.4 Průmyslové inženýrství	18
1.4.1 Rozdělení	19
1.4.2 Dělení metod	19
1.5 Vybrané metody průmyslového inženýrství a zlepšování procesů	19
1.5.1 Vizuální management	20
1.5.2 5 – 7S	20
1.5.3 Mapování hodnotových toků	23
1.5.4 Výrobní buňky	24
1.5.5 Teorie omezení	25
1.5.6 Analýza a měření práce	26
1.5.7 Lean Six Sigma	27
1.5.8 Kanban	28
1.5.9 Poka-yoke	29
1.5.10 Single Minute Exchange of Dies	30
1.5.11 Kaizen	31

1.5.12	Total Quality Management	32
2	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	34
2.1	Představení společnosti BD SENSORS s.r.o.	34
2.2	Řešené výrobky	38
2.2.1	DSP 410	38
2.2.2	DSP 412	39
2.3	Čisté prostory	40
2.3.1	Popis pracovišť	40
2.3.2	Časová náročnost operací	41
2.3.3	Nepotřebné zařízení	42
2.3.4	Pohyb mezi pracovišti.....	43
2.3.5	Rozvržení osvětlení.....	46
2.3.6	Analýza práce na zařízení Amadyne a Kontaktování Au drátem.....	47
2.4	MEMS	48
2.4.1	Popis pracovišť	49
2.4.2	Analýza materiálového toku	50
2.4.3	Vizuální řízení.....	50
2.5	Vymezení zjištěných nedostatků.....	52
2.5.1	Čisté prostory	52
2.5.2	MEMS.....	53
3	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	54
3.1	Čisté prostory	54
3.1.1	Odstranění nepoužívaného pracoviště	54
3.1.2	Změna uspořádání pracovišť.....	54

3.1.3	Rozvržení osvětlení.....	58
3.1.4	Zlepšení značek na PD1.....	58
3.2	MEMS	58
3.2.1	Plán zavedení programu 7S	58
3.2.2	Přemístění pece pro teplotní stárnutí	62
3.3	Vyhodnocení a přínosy	62
3.3.1	Čisté prostory	63
3.3.2	MEMS.....	63
ZÁVĚR		65
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		66
SEZNAM OBRÁZKŮ		69
SEZNAM GRAFŮ A TABULEK.....		69
SEZNAM ZKRATEK		70
SEZNAM PŘÍLOH.....		71

ÚVOD

Zlepšování všech podnikových procesů by mělo být jedním z cílů každé společnosti, která má ambice se dále rozvíjet a stát se významným hráčem v dnešním tvrdém tržním prostředí. Zákazníci vyžadují co nejvyšší kvalitu za co nejnižší cenu, proto se společnosti musí snažit co nejvíce přiblížit 100% využití dostupných zdrojů. Ve snaze dosáhnout tohoto ideálního standardu jim pomáhá obor zvaný průmyslové inženýrství.

Hledáním plýtvání nejen ve výrobě, ale i v jiných procesech, lze odhalit procesy a činnosti, které finálnímu produktu či službě nepřidávají žádnou hodnotu a náklady tak pouze zvyšují. Odhalováním plýtvání se zabývá filozofie Štíhlého řízení, kterou již na konci 2. světové války začala používat japonská automobilka Toyota. V českém prostředí se tato filozofie ve větším rozsahu začala aplikovat teprve v posledních letech a v dnešní době je tak lean problematika velmi aktuálním a diskutovaným tématem.

Společnost BD Sensors s.r.o., výrobce tlakoměrné techniky, si je důležitosti této oblasti vědoma, a proto usiluje o zefektivňování všech podnikových procesů. Přestože společnost patří mezi nejvýznamnější v tomto oboru na světě, stále pracuje na svém rozvoji a brání tak konkurenci, aby ji předstihla.

V této diplomové práci se budu věnovat problematice výrobního procesu tlakových čidel s důrazem na zlepšení celého procesu a odstranění plýtvání materiálem i lidskými zdroji za použití metod průmyslového inženýrství.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Hlavním cílem této práce je zefektivnění výrobního procesu tlakových senzorů ve společnosti BD Sensors s.r.o. použitím vybraných metod průmyslového inženýrství.

Jedním z dílčích cílů je návrh nového uspořádání výrobního procesu tak, aby se zvýšil výkon klíčových pracovišť. Dalším z cílů je zpřehlednění celého výrobního procesu a optimalizace podmínek, za kterých výroba probíhá. Dále pak také identifikace a eliminace plýtvání materiálovými, ale i lidskými zdroji.

Metody:

- Pozorování
- Analýza dokumentů
- Dotazování
- Vizualní řízení
- 5-7 S
- Teorie omezení
- Mapování hodnotových toků
- Studium práce

Postupy:

Nejprve se seznámím s operacemi, které probíhají na jednotlivých pracovištích daného výrobního procesu. Popíši pracoviště související s výrobou zvolených typů tlakových senzorů. Poté se budu věnovat mapování hodnotových a materiálových toků, které při současné výrobě vybraných tlakových senzorů existují. Dále analyzuji a změřím práci na klíčových pracovištích. Za pomoci vizuálního řízení a dotazování se budu snažit odhalit případné zdroje plýtvání, pro jejich odstranění pak použiji metodu 5-7S. V návrhu nového uspořádání výrobního procesu využiji Teorii omezení.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Tato kapitola se zaměřuje na zpracování teoretických poznatků vybrané problematiky, které budou sloužit jako podklad v dalších částech práce.

1.1 Produktivita, výkonnost, efektivita

„Bez trvalého růstu produktivity a snižování nákladů nepřežijete“ (21, s. 105).

Tohoto hesla by se dle Součka měly držet všechny společnosti, které chtějí v dnešní době na trhu uspět.

Pojmy produktivita, efektivita a výkonnost se v teorii někdy rozlišují, z praktického hlediska se však jedná o synonyma.

Produktivita podle Lacka znamená: *„výkon za určitou časovou jednotku“*. Oproti tomu efektivnost definuje jako *„vztah hodnoty výstupu k hodnotě vstupu“* a výkonnost jako *„schopnost subjektu (podniku, firmy...) vyprodukovat za určité období souhrn statků a služeb“* (Lacek, M., 2002 in 21, s. 105).

Vytlačil s Mašínem jsou naopak názoru, že produktivita je jednoduše *„poměr mezi výstupem z procesu a vstupem potřebných zdrojů“* (15, s. 27). Tedy přibližně tím, co Lacek definuje jako efektivnost. I když je mezi pojmy evidentně určitý rozdíl, pro účel této práce je budu brát jako synonyma.

Základní faktory, které výkonnost ovlivňují, jsou následující (21):

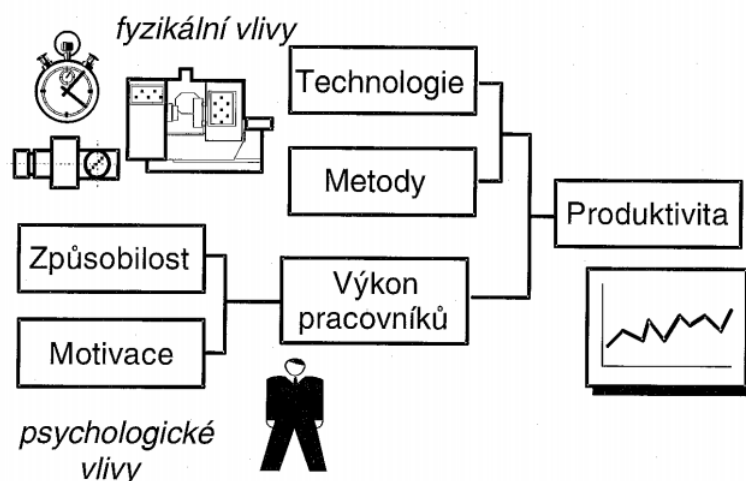
- rychlost,
- jednoduchost všech procesů,
- transparentnost, která se projevuje v atmosféře otevřenosti, důvěry a vzájemné komunikace,
- jasně definované cíle, podporované motivačními nástroji,
- pravidelné fungování zpětné vazby,
- cíleně zaměřené vzdělávání pracovníků,

- zdokonalování technické základny společnosti.

Mašín s Vytlačilem ještě dodávají, že produktivitu rovněž ovlivňuje (15):

- využívání kapitálu,
- úroveň metod průmyslového inženýrství,
- stav infrastruktury,
- stav národního hospodářství a ekonomiky.

I tak je ale výčet výše uvedených faktorů neúplný a vedle nich existuje spousta dalších. Nejobecněji by se tyto vlivy daly rozřadit na psychologické a fyzikální – viz. Obr.:1. Mezi psychologické faktory se řadí modely chování zaměstnanců a mezi fyzikální např. technologické a materiálové aspekty procesů (15).



Obrázek 1: Psychologické a fyzikální vlivy na produktivitu (Zdroj: převzato z 15)

1.2 Plýtvání

Pokud produktivita, výkonnost nebo efektivita není 100%, v podstatě to znamená, že plýtváme při výrobě našich produktů zdroji (15).

Mašín s Vytlačilem definují plýtvání jako „vše, co nepřidává produktu hodnotu, a nebo ho nepřibližuje zákazníkovi“ (15, s. 45).

V odborné literatuře se zpravidla uvádí 8 nejčastějších druhů plýtvání (22):

- 1) **Čekání** - tento druh plýtvání se objevuje zpravidla v každém pracovním procesu. Příkladem může být čekání na dodávku materiálu, který se buď vinou okolního prostředí (nepříznivé počasí) nebo vinou dodavatele zdržel na cestě.
- 2) **Nadvýroba** - Svozilová uvádí jako příklad nadvýroby produkci léku, který musí být po uplynutí expirační doby zlikvidován, aniž by se prodal.
- 3) **Přepřecouvání** - objevuje se především z důvodu „odbyté“ práce. Programátor, který napíše aplikaci bez toho, aniž by ji důkladně otestoval a připustí, aby byla zařazena do rozsáhlejšího systému, se posléze nemůže divit, že aplikace buď funguje špatně, anebo nefunguje vůbec.
- 4) **Pohyb** - jedná se kupříkladu o pohyb na nevhodně uspořádaném pracovišti, kde musí dělník učinit více pohybů, než je ve skutečnosti nutné pro vykonání dané operace.
- 5) **Přemisťování** - „*má podobné důvody i průběh (jako pohyb), odlišuje se hlavně tím, že se objekty potřeby bezcílně nebo nepromyšleně přemisťují z místa na místo, nebo nejsou tam, kde je potřebujete, abyste daný úkon mohli provést*“ (22, s. 35).
- 6) **Zpracovávání** - plýtvání tímto způsobem si lze představit jako ruční mytí auta předtím, než si uvědomíme, že jsme jej chtěli nechat navoskovat v myčce. Auto tedy odvezeme do myčky, kde jej znovu umyjí. Totožnou operaci jsme zbytečně opakovali dvakrát.
- 7) **Skladování** - z toho důvodu, že nemáme jistotu, jestli nám dodavatel přiveze požadovaný materiál včas, ve správném množství, kvalitě atp., musíme na vlastní náklady udržovat vyšší zásobu, než v případě, kdy bychom se na něj mohli absolutně spolehnout.
- 8) **Intelekt** - jedná se o nejnovější druh plýtvání, který do seznamu přibyl až v posledních desetiletích. V podstatě jde o nevyužívání kvalifikace pracovníků tam, kde by se dala uplatnit.

1.3 Štíhlý podnik

Pro Košturiaka s Frolíkem znamená štíhlost podniku „*dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz*“ (11, s. 17).

Znamená to především zvyšování produktivity podniku tak, že na stejné ploše jako konkurence dokážeme vyrobit více, že se stejným počtem lidí a zařízení jsme schopni vyprodukovat vyšší přidanou hodnotu, dokážeme vyřídit více objednávek, jinak řečeno, že na stejné procesy jako konkurence potřebujeme méně času (11).

„*Být štíhlý tedy znamená vydělat víc peněz, vydělat je rychleji a s vynaložením menšího úsilí*“ (11, s. 17).

Štíhlý v tomto slova smyslu se do angličtiny překládá jako lean. Bill Kerber definuje štíhlost podniku jako filozofii, která volně přeloženo (10):

- se zaměřuje na tok hodnoty k zákazníkovi,
- odstraňuje plýtvání ze všech procesů,
- upravuje množství zdrojů (stroje a zařízení, materiál, lidé, čas),
- poskytuje lidem nástroje potřebné k neustálému zlepšování jejich pracovního výkonu.

Dle Kerbera se podniky snaží být štíhlé, za účelem (10):

- zrychlení výroby,
- snížení pracovního kapitálu,
- zvýšení cash-flow,
- zrychlení obrátkovosti zásob,
- získání vyššího tržního podílu,
- zvýšení ziskovosti,
- uspokojení poptávky zákazníků.

Frolík s Košturiakem identifikují následující oblasti v podniku, které je třeba do procesu optimalizace zahrnout, aby byl podnik skutečně štíhlý (11):

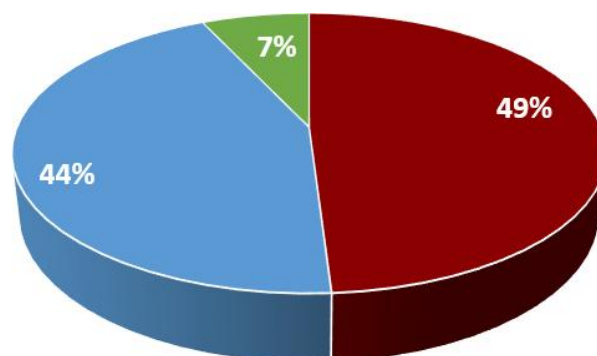
- 1) vývoj produktů,
- 2) administrativa zakázek,
- 3) logistika,
- 4) výroba,
- 5) administrativa cash flow.

1.3.1 Štíhlá výroba

V povědomí veřejnosti je nejspíš nejznámějším podnikem, který uplatňuje štíhlou výrobu velmi efektivně, japonská společnost Toyota.

Toyota Motor Corporation byla založena ve 40. letech 20. století. Začala s výrobou pěti vozů denně. V roce 1950 vyprodukovala pouze asi 10 000 automobilů, ale už v 90. letech se stala jednou z největších automobilek na světě, vyrábějící 3-4 miliony osobních a nákladních automobilů ročně. To vše díky kvalitě zpracování a vysoké produktivitě (6).

APICS Dictionary specifikuje štíhlou výrobu jako výrobní filozofii, která klade důraz na minimalizaci množství všech zdrojů (včetně času) používaných v jednotlivých činnostech podniku. Zahrnuje identifikaci a odstraňování těch aktivit - v designu, výrobě, řízení dodavatelského řetězce, jednání se zákazníky, které nezvyšují přidanou hodnotu výrobku (APICS Dictionary, 2008 in 10, s. 5).



■ čisté plýtvání ■ související práce ■ činnosti skutečně vytvářející hodnotu

Graf 1: Typy činností v podniku (Zdroj: upraveno dle 10)

Na výše uvedeném grafu je dle Knera znázorněno rozdělení činností v podniku podle toho, zda produktu přidávají hodnotu či nikoli (10). Lze si všimnout, že aktivit, které jsou pro výrobek (službu) skutečně hodnototvorné, je ve skutečnosti až překvapivě málo.

1.4 Průmyslové inženýrství

Jedná se o nejmladší inženýrský obor, jehož kolébkou je USA. V České republice se tento termín začíná používat až po roce 1989, i když základní aktivity tohoto oboru se u nás objevovaly už v minulosti (15).

Vytlačil s Mašínem definují průmyslové inženýrství (PI) jako „*interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy*“ (15, s. 81).

Zjednodušeně pro laika, „*průmyslové inženýrství je obor, který v se v rámci hledání toho, jak důmyslněji provádět práci, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování z pracovišť*“ (15, s. 82).

Mašin s Vytlačilem přiznávají, že ačkoli se základní principy průmyslového inženýrství v jednotlivých zemích v podstatě neliší, přesto lze dle jejich zkušeností tento obor rozdělit na 3 základní školy (15):

- americkou (USA),
- německou,
- japonskou.

Mezi hlavní aktivity, kterými se průmyslové inženýrství v integrovaných systémech zabývá, patří: **projektování, zavádění a zlepšování** (15)

1.4.1 Rozdělení

V podstatě existují pouze dva základní směry průmyslového inženýrství (15):

- klasické průmyslové inženýrství - zaměřuje se především na exaktní metody jako operační výzkum a studium práce,
- moderní průmyslové inženýrství - je orientováno především na socio-technické systémy v rychle se měnícím komerčním prostředí.

1.4.2 Dělení metod

Techniky a metody v průmyslovém inženýrství se dělí do čtyř základních skupin (15):

- 1) **plánování, navrhování a řízení** (př.: kapacitní plánování, tvorba motivačních systémů odměňování),
- 2) **uplatňování lidského rozměru** (př.: ergonomie, projektování servisních týmů),
- 3) **technologické aspekty** (př.: konstrukce s ohledem na montáž, projektování výrobních buněk s ohledem na výrobu),
- 4) **kvantitativní a kreativní metody** (př.: simulace procesů).

1.5 Vybrané metody průmyslového inženýrství a zlepšování procesů

Tato kapitola je věnována popisu jednotlivých metod průmyslového inženýrství a zlepšování procesů. Vybrané z nich pak budou použity v dalších částech této práce.

1.5.1 Vizuální management

„Vizuální management mnozí považují za jedno z velkých tajemství úspěchu světových firem“ (4, s. 43).

Tato metoda využívá prostředky, díky kterým jsou zaměstnanci schopni rychle pochopit stav procesu, odchylky a mnoho dalšího. Jedná se o souhrn grafických nástrojů, které zpřehledňují celý proces. Umožňují tak pochopení celé situace – procesu všemi zainteresovanými. Je dokázáno, že celých 83% informací člověk přijímá zrakem, pouze 11% sluchem, 3,5% čichem, 1,5% hmatem a 1% chutí (4).

K vizuálním technikám patří (4):

- Obrázky, grafika, kanban, checklisty, barevné značení zvláštností, barevné kódování a značení, signalizace, nástěnky a informační tabule, atp.

Příklady vizualizace (4):

- myšlenková mapa plýtvání,
- Single Minute Exchange of Dies,
- Problem Solving Story,
- akční plán,
- schémata rozložení výrobních linek a pracovišť,
- procesní mapy (stávající a vize).

1.5.2 5 – 7S

Metoda 5S je jednou z metod, které slouží k optimální organizaci a uspořádání práce. Jejím cílem je určení optimální spotřeby času na operaci a standardizace (11).

Štíhlé pracoviště bývá v praxi často definováno právě jako 5S pracoviště (11).

Tato metoda, jak už z jejího názvu vyplývá, stojí na 5 pilířích. *„Pět pilířů je nastaveno jako třídění, nastavení pořádku, lesk, standardizace a zachování. Jelikož tato slova začínají v japonštině (i angličtině) písmenem S, jsou označovány jako S“ (1, s. 10).*

V tabulce 1 níže se nachází definice 5S v japonštině, angličtině a češtině i se stručným vysvětlením každého z nich.

japonsky	anglicky	česky	Akce
SEIRI	Sort	setřídít, separovat	definovat položky, které jsou na pracovišti potřebné a ty které se musejí z pracoviště odstranit
SEITON	straighten	systematizovat	definovat přesné místo pro položky na pracovišti
SEISO	Shine	společně čistit	vyčištění a uspořádání pracoviště
SEIKETSU	Standardize	standardizovat	standards uspořádání pracoviště
SHITSUKE	Sustain	stále zlepšovat	audity a systémy zlepšování systému 5S

Tabulka 1: Co je to 5S? (Zdroj: upraveno dle 11)

Pro lepší pochopení uvádím ještě o něco rozsáhlejší popis těchto 5 kroků podle Akademie produktivity a inovací (17):

1) Vytřídit – cílem je, aby na pracovišti zůstaly pouze ty předměty, které jsou nezbytné pro aktuální provoz, a to pouze v potřebném množství. Pokud dojde k nahromadění nepotřebných položek, okamžitě se zároveň objevuje i plýtvání (neproduktivní využívání prostoru, hledání materiálu, pracovníci vykonávají zbytečné pohyby). K označení předmětů na pracovišti se používají červené kartičky. Je nutné definovat kritéria pro posuzování jednotlivých předmětů a řídit se doporučeními, která jsou pro tento krok stanovena.

Obecně existují podle vývojového týmu vydavatelství Productivity Press 3 kritéria, která posuzují nezbytnost předmětu (1):

- *užitečnost předmětu pro provádění práce* (pokud předmět není zapotřebí, měl by se z pracoviště odstranit),
- *četnost, se kterou se předmět využívá* (pokud se nepoužívá často, může se uskladnit mimo pracovní oblast),

- *množství předmětu nezbytné pro provádění dané pracovní činnosti* (pokud je zapotřebí pouze v určitém množství, nadbytek by měl být odstraněn nebo uskladněn mimo pracoviště).

Nejběžnějším z kritérií je např. výrobní plán pro příští měsíc (1):

- Předměty, které jsou pro splnění daného plánu nezbytné, se ponechají na svém místě.
- Předměty, které podle plánu zapotřebí nejsou, se mohou odstranit nebo uskladnit na jiném místě.

- 2) **Systematizovat** – cílem je nalezení vhodného umístění pro daný předmět. Všechny předměty by měly být umístěny tak, aby je každý snadno našel, mohl je jednoduše vzít, použít a vrátit na definované místo. Problémy, které v důsledku neuspořádání předmětů vznikají, jsou jednoznačné. Mezi nejčastější problémy patří neinformovanost o tom, kde se které předměty nachází, zdoluhavé hledání položek, zranění zapříčiněná nepořádkem. Je nutné udělat podrobnou analýzu rozmístění objektů, vše vhodným způsobem vizualizovat, zaznamenat do plánu rozložení pracovišť, rozpracovat mapy přístupových cest, přiřadit adresy jednotlivým pracovištím, vypracovat rozbor materiálového toku. Existují pravidla a doporučení pro značení podlah jednotlivými barvami, jsou uvedeny vhodné typy čar a symbolů pro různé účely.
- 3) **Stále čistit** – kvůli špinavému pracovišti často dochází ke zvyšování zmetkovitosti ve výrobě, zvyšování poruchovosti strojů a zařízení a v neposlední řadě stoupá pravděpodobnost zranění. V tomto kroku je třeba určit, kdo bude co, kdy, jak často čistit a jaké prostředky k tomu použije. „*Čistota pracoviště je zodpovědností každého, kdo tam pracuje*“ (1, s. 61). Metoda 5S přesně definuje kritéria, jakým způsobem postupovat při sestavování podrobného plánu čištění.
- 4) **Standardizovat** – cílem je vytvoření standardu pracoviště, díky němuž bude každý pracovník přesně vědět co, kdy a proč má dělat, udržovat, čistit a kontrolovat. API

definuje standardizaci jako „*výsledek, který existuje, když jsou první tři pilíře – třídění, nastavení pořádku a lesk – řádně zachovány*“ (1, s. 70).

- 5) Sebedisciplinovanost** – znamená nejenom udržovat, ale především zlepšovat současný stav. Vždy bude trvat určitou dobu, než si pracovníci standardy zažijí a budou pro ně samozřejmostí. K tomuto účelu pak slouží pravidelné audity, doplňující školení a další dílčí postupy.

Mezi hlavní přínosy této metody patří (17):

- zvýšení kvality,
- snížení zásob na pracovišti,
- optimalizace pracovního prostoru,
- zkrácení doby potřebné pro montážní operace.

V poslední době dochází k rozšiřování metody 5S na 6S, případně až 7S (25).

- 6) Bezpečnost** – tento dodatečný pilíř se zabývá především bezpečnou prací pracovníka na bezpečném pracovišti. Cílem je dosáhnout minimalizace úrazovosti na pracovišti používáním předepsaných osobních ochranných pomůcek, správných nástrojů a nářadí, atp. Nedílnou součástí tohoto kroku je také zajištění výcviku zaměstnanců pro případ nouze, nehod a poranění.
- 7) Ekologie a životní prostředí** – tento krok je zaměřen zejména na odpadové hospodářství, ochranu ovzduší a vody, případně půdy. V rámci tohoto pilíře se definuje ukládání a správné třídění odpadu, označení shromažďovacích míst, čistota podlahy nebo např. mapy stanovišť odpadů absorpčních prostředků.

1.5.3 Mapování hodnotových toků

Stejně jako spousta jiných má i tato metoda svůj původ v Toyota Production System. Používá se jako „*komunikační nástroj k vysvětlování současného, budoucího i ideálního stavu výrobních procesů*“ (16, s. 22).

K popisu hodnotových metod je používána celá řada symbolů, které se dělí do tří základních kategorií (16):

- 1) symboly pro znázornění materiálového toku,
- 2) symboly pro znázornění informačního toku,
- 3) obecné symboly.

Po sestavení současného hodnotového toku můžeme snadněji identifikovat slabá místa ve výrobních procesech a aplikovat různé metody (např.: kanban, vizuální řízení a kontrola) vedoucí k jejich odstranění. Cílem zavedení těchto metod je vytvoření řetězce výrobních procesů a operací, které jsou se zákazníkem propojeny formou plynulého toku nebo tahovým systémem (16).

Implementací dosáhneme zlepšení základních parametrů hodnotových toků (16):

- uspokojení potřeb zákazníka (plynulost toku, kvantita u výrobního mixu),
- celková průběžná doba,
- obrátka a stav zásob.

Pro zaznamenání očekávaných zlepšení vytvoříme mapu budoucího stavu. Ačkoli se jedná o poměrně jednoduchou metodu, napomáhá nám k odhalení a vysvětlení jak negativních, tak i pozitivních jevů a procesů (16).

1.5.4 Výrobní buňky

Výrobní buňky slouží k produkci skupiny výrobků, které mají podobné charakteristiky (tvar, velikost, výrobní postup, atp.). Díky nim dochází ke zjednodušení materiálového toku a zároveň, protože jsou umístěny blízko sebe, není třeba vyrábět ve velkých dávkách. Radikálně se snižuje podíl časů, které výrobku nepřidávají hodnotu. Z důvodu menších dávek je manipulace s materiálem jednodušší a následně je zapotřebí i menší skladovací plocha. (11).

„Další důležitou vlastností výrobních buněk je jejich flexibilita“ (11, s. 136). Díky tomu, že jsou zařízení ve výrobních buňkách opatřena prvky autonomnosti (automatizace,

signalizace při poruše, atp.) a jsou mezi nimi malé vzdálenosti, může se pracovník jednoduše pohybovat mezi nimi a obsluhovat více strojů zároveň. Takovýto způsob uspořádání, kdy pracovník vloží do stroje součástku a přejde k další operaci, je nazýván chaku-chaku (load-load) buňky (11).

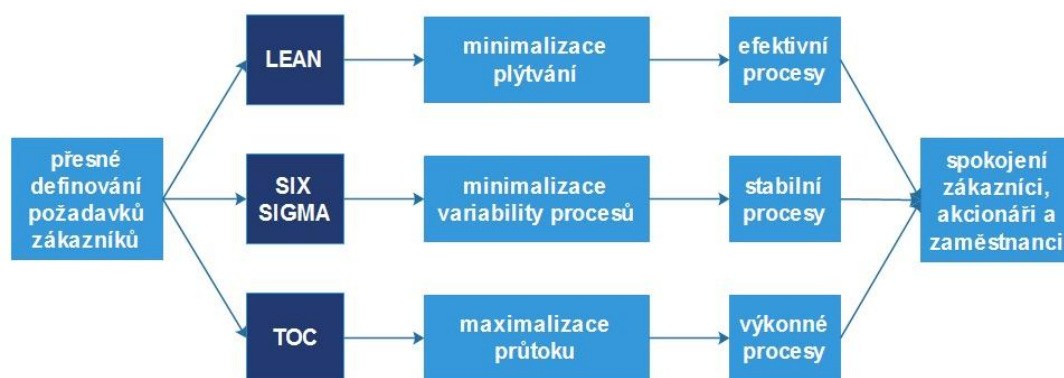
V praxi se rozlišují 3 základní typy výrobních buněk (15):

- buňky, které slouží k výrobě součástí (obrábění, kování, atp.),
- montážní buňky,
- procesní buňky (např.: sloužící k povrchové úpravě výrobků).

1.5.5 Teorie omezení

Teorie omezení –Theory of Constraints – „*TOC se orientuje na systematické vyhledávání úzkých míst v podniku, maximalizaci průtoku, minimalizaci zásob a provozních nákladů*“ (11, s. 37).

Na obrázku níže lze vidět, jak se vzájemně doplňují lean, six sigma a TOC.



Obrázek 2: Spojení principů lean, six sigma a TOC (Zdroj: upraveno dle 11)

TOC nám poskytuje velmi efektivní nástroje, které lze využít k řízení úzkých míst ve výrobě a prodeji. Jedná se o ucelený systém, ale některé nástroje logického myšlení, které využívá, jsou pro průmyslovou praxi v podmínkách České republiky příliš složité (logické diagramy) (11).

Kroky k systémovému zlepšování podle TOC (12):

- 1) stanovení cíle systému, ukazatele úspěšnosti a provozního ukazatele,
- 2) pozorování, analýza systému, měření procesů,
- 3) stabilizace systému,
- 4) identifikace systémových omezení – zavedení kontinuálního zlepšování,
- 5) řízení omezení pomocí ochranných zásobníků,
- 6) redukce variability na omezení a odstranění hlavních omezení,
- 7) tvorba vhodné manažerské struktury,
- 8) odstranění externího omezení,
- 9) vrácení omezení do systému.

1.5.6 Analýza a měření práce

Analýza a měření práce představuje systematický postup, který slouží k zefektivňování práce při provádění operace nebo procesů (3).

Jedná se o aplikaci technik, které byly vytvořeny pro určení času potřebného k vykonání určité operace. Výsledkem jsou normy spotřeby času, za které průměrný pracovník vykoná požadovanou operaci na racionálně uspořádaných pracovištích při eliminaci zbytečných pohybů (3).

Metody analýzy a měření práce se používají za účelem (3):

- zvýšení produktivity při minimálních finančních investicích,
- určení časových norem,
- zvýšení bezpečnosti na pracovišti,
- odstranění neefektivnosti.

Rozdělení technik (2):

- snímek operace,
- snímek pracovního dne,
- snímek dvojstranného pozorování.

Postup při analýze a měření práce vychází z Demingova PDCA cyklu (2):

- vybereme práci, kterou chceme zkoumat,
- zaznamenejme vypovídající fakta o této práci,
- prozkoumáme, jak je práce vykonávána,
- navrhneme praktičtější a efektivnější metodu, jak práci vykonávat,
- zhodnotíme různé možnosti vedoucí ke zlepšení,
- definujeme novou metodu,
- zavedeme ji,
- udržujeme nový stav a kontrolujeme, aby nedošlo k návratu do původního stavu.

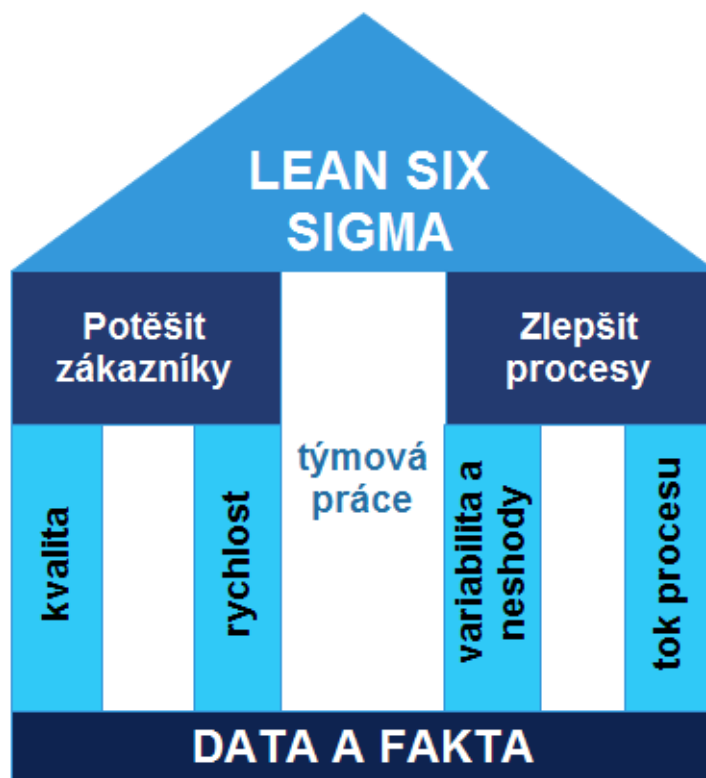
1.5.7 Lean Six Sigma

Six sigma je datově řízené měření kvality, které se snaží přiblížit všechny procesy k dokonalosti (20).

Six sigma se zaměřuje na zlepšování kvality, např. redukci odpadu tím, že pomáhá společnostem produkovat výrobky a služby lépe, rychleji a levněji. Six sigma cílí na přímou prevenci – snížení doby výroby, čímž dochází ke snížení nákladů a vzniku úspor. Identifikuje a odstraňuje náklady, které zákazníkovi nepřinášejí žádnou hodnotu (Pyzdek, T., 2010 in 20, s. 82).

Klíčová témata, kterými se Lean Six Sigma zabývá, jsou tato (7):

- důležitost zákazníků,
- kvalita, rychlost a nízké náklady jsou vzájemně propojeny,
- pro přijetí správných podnikatelských rozhodnutí jsou podstatná především data,
- lidé musí pracovat kolektivně, aby dosáhli zlepšení, která budou zajímavá pro zákazníka,
- chcete-li dodávat kvalitu a rychlost při nízkých nákladech, je nutné odstranit variabilitu i neshody a soustředit se na tok procesu.



Obrázek 3: Pravidla Lean Six Sigma (Zdroj: upraveno dle 7)

1.5.8 Kanban

Systém kanban zavedla společnost Toyota za účelem účinného vytváření toku ve výrobě. Kanban v japonštině znamená karta nebo štítek (23).

„Systém kanban je nepostradatelným podsystémem výrobního systému podniku s JIT. Příprava celého výrobního systému k včlenění systému kanban musí zahrnovat plánování rovnoměrného sledu výrobků na konečné montážní lince, schéma rozvržení strojů, normování postupů a zkrácení časových ztrát při seřizování, změně výroby, atd. Systém kanban je velmi mocným prostředkem pro zlepšení každého výrobního procesu“ (15, s. 267).

K nejpodstatnějším prvkům tohoto systému patří (23):

- samořídící regulační kruh mezi vyrábějícím a odebírajícím místem,

- princip „vzít si“ pro následující spotřebitelský stupeň namísto všeobecně používaného principu „přines“,
- pružné nasazení pracovníků i výrobních prostředků,
- delegace krátkodobých řídicích funkcí na provádějící pracovníky,
- použití kanbanového štítku jako nosiče informací.

„Cílem systému řízení výroby Kanban je uspokojit požadavky zákazníků bezchybnou dodávkou při krátkých průběžných časech výroby“ (13, s. 249).

Tento systém se dá využít ve výrobních procesech s následujícími charakteristikami (24):

- sortiment výrobků – výhradně standardní výrobky,
- struktura produktů – jednoduché i složité výrobky,
- způsob řešení zakázky – výroba na sklad i na objednávku,
- způsob rozložení – dispozice zaměřená na zákaznické zakázky i programově,
- způsob nákupu – nerozhoduje,
- typ výroby – velkosériová až hromadná výroba,
- způsob organizace výrobního procesu – proudová a dílenská výroba.

1.5.9 Poka-yoke

„Systém poka-yoke je označení praktického přístupu, který eliminuje důsledky chyb v tom případě, že k nim došlo“ (15, s. 257)

Název poka-yoke pochází z japonského *yokeru*, což znamená vyhnout se a poka, které vyjadřuje zbytečné chyby. Volně přeloženo se tedy jedná o vyhýbání se zbytečným chybám (15).

Tato metoda nachází své uplatnění především v počítačovém a automobilovém průmyslu (19).

Hlavní myšlenka této metody spočívá v tom, že je efektivnější aktivně odstraňovat důsledky chyb nalezením a eliminací chyby přímo v místě, kde vznikla (15).

Metoda poka-yoke má 3 základní funkce (15):

- výstražné signály,
- kontrolu,
- zastavení stroje nebo celého procesu.

K 5 nejúspěšnějším prostředkům poka-yoke patří (15):

- spínače,
- počítadla,
- checklisty,
- vodící kolíky,
- „chybová“ světla.

Pro detekci chyb se využívá různých prostředků, obecně je lze rozdělit na (15):

- dotykové (např.: mikropsínače),
- bezdotykové (např.: fotoelektrické snímače a spínače).

1.5.10 Single Minute Exchange of Dies

Single Minute Exchange of Dies, zkrácené SMED, se volně překládá jako Výměna nástrojů v čase 1-9 minut. Autorem této metody je japonský průmyslový inženýr, jeden z otců Toyota Production Systém, Shigeo Shingo (15).

Shingo díky svým více než 30-ti letým praktickým zkušenostem dokázal pomocí organizačních a technických opatření snížit dobu potřebnou na vykonání vybraných operací až na 1/50 původní hodnoty (15).

Základní koncepce tohoto systému je vyjádřena v následujících krocích (15):

- 1) separace operací interního a externího seřizování,
- 2) přeměna interního seřizování na externí,
- 3) zlepšování jednotlivých úkonů v rámci interního i externího seřizování.

Při plánování uplatnění systému SMED je třeba detailně analyzovat a prostudovat skutečné provozní podmínky. Za tímto účelem se využívá studium metod a měření práce, strukturovaných rozhovorů s obsluhou daných strojů a zařízení, atp. Údajně nejlepší metodou je pak natočení video záznamu celé výměny nástroje a jeho rozbor nejen vedením, ale i s pracovníky, kteří na stroji pracují (15).

Mezi výhody, které plynou ze zavedení SMED patří (15):

- zvýšení míry vytížení strojů,
- zkrácení průběžné doby výroby,
- zlepšení jakosti produktů,
- menší zásoby náhradních dílů a příslušenství.

Na tento systém pak navazuje např.: OTED (One Touch Exchange of Dies), volně přeloženo jako Přenastavení stroje jedním dotykem (4).

1.5.11 Kaizen

Metoda Kaizen se zaměřuje na postupné zlepšování, které probíhá po malých krůčcích. Je založena na kulturních tradicích Japonska (9).

„Kaizen znamená zlepšování“ (11, s. 119).

Jde o systém řízení, jehož hlavním cílem je dlouhodobý zisk a růst. Je souhrnem vědomostí, nástrojů a neustálého zlepšování. Při cestě materiálu a subdodávek od dodavatelů až ke splnění přání zákazníka usiluje o (4):

- začlenění všech zaměstnanců a využití jejich kreativity,
- nastavení veškerých procesů dle principu toku,
- nulová tolerance chyb a zmetků,
- účinné využití strojů a technologií,
- zapojení systémů štíhlé výroby,
- QCD (Quality, Cost, Delivery).

Základem celého systému je vytvoření povědomí o plýtvání (v japonštině *muda*) a základních nástrojích jak je odstranit. Patří sem metoda 5S, standardizace, využití vizuálního managementu a Problem Solving Story (4).

Základní principy tohoto systému (11):

- Zaměřuje se na zlepšení vycházející z lokálních znalostí pracovníků, kteří ve výrobě pracují.
- Pokud do procesu zlepšování zapojíme pracovníky samotné, mohou se lépe seberealizovat, dosáhnou vyššího uspokojení z vykonané práce, rozvíjí se jejich schopnosti a zároveň dochází ke zlepšování podnikové kultury.
- Místo abychom najali externí firmu, která by naše problémy měla vyřešit, je lepší zapojit naše vlastní pracovníky – změny budou lépe přijímány, navíc nemusíme platit externí společnost a raději odměníme vlastní zaměstnance.
- Lidé by neměli být placeni jen za dodržování norem, předpisů, atp. Mělo by se od nich požadovat, aby se zamysleli nad tím, kde lze omezit plýtvání, jak lze práci udělat rychleji, efektivněji, levněji, ale je třeba je za tuto činnost také odměnit.
- Musíme se snažit, aby bylo zítra lépe než dnes, a to nejen v práci, ale i v rodině a celkově v našem životě.

1.5.12 Total Quality Management

„Total Quality Management je podniková strategie, která staví do centra všech činností v podniku spokojenost zákazníků. Jeho cílem je nepřetržité zdokonalování podniku pro zákazníky, vlastníky a zaměstnance. Spojuje drastické snížení nákladů na odstraňování chyb se zlepšením služeb zákazníkům, výrazně racionalizuje interní procesy, zvyšuje flexibilitu podniku, zkracuje dobu vzniku nového výrobku, umožňuje daleko větší jistotu v termínech a vede tak k posílení pozice na mezinárodních trzích“ (5, s. 213).

V knize Production and Operations Management je Total Quality Management (TQM), volně přeloženo do češtiny, definováno jako řízení celé organizace tak, aby vynikala ve všech oblastech produkce výrobků a služeb, které jsou důležité pro zákazníka (8).

TQM stojí na 3 velkých pilířích (5):

- na závazné integraci a příkladné úloze managementu,
- na systému zajištění jakosti,
- na nástrojích jakosti.

Na podporu TQM byly vyvinuty různé modely (18):

- EFQM Model Excellence,
- Model Demingovy ceny za jakost,
- Model americké Národní ceny Malcolma Baldrige.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V následující kapitole bude představena společnost, kterou jsem si vybrala pro řešení praktické části této práce. Dále pak bude popsána současná situace v části podniku a problémy, se kterými se potýká.

2.1 Představení společnosti BD SENSORS s.r.o.



Obrázek 4: Sídlo společnosti v Buchlovicích (Zdroj: převzato z 27)

Základní údaje (28)

Obchodní firma:	BD SENSORS s.r.o.
Sídlo:	Buchlovice, Hradišťská 817, PSČ 68708
Právní forma:	společnost s ručením omezeným
IČO:	499 68 416
Datum zápisu do OR:	13. prosince 1993
Předmět podnikání:	• poradenství v oboru elektroniky a mikroelektroniky, • výzkum, vývoj, výroba a prodej elektronických a mikroelektronických prvků a systémů, • provozování středisek kalibrační služby, • kovoobrábění,

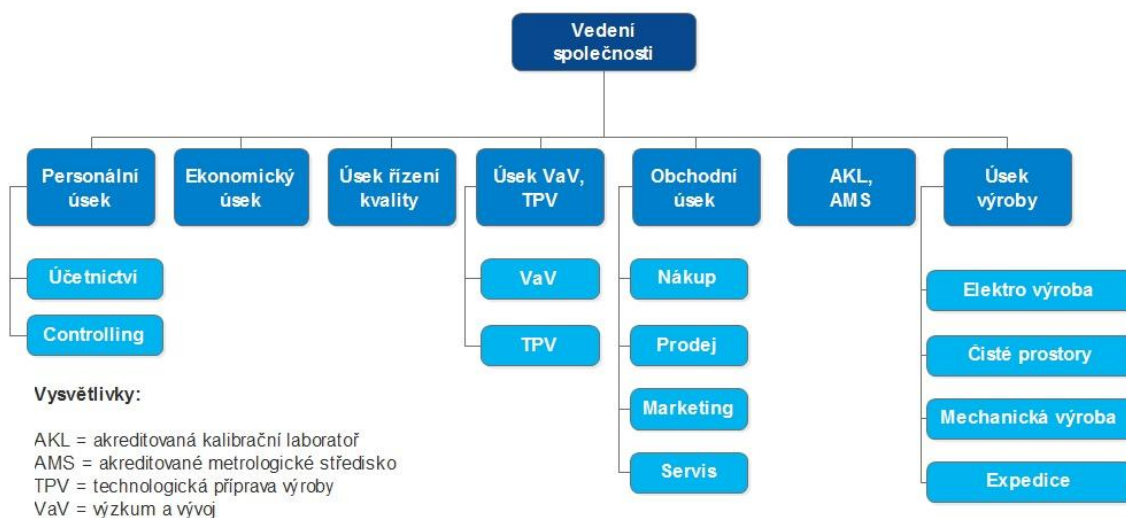
- činnost technických poradců v oblasti elektroniky a mikroelektroniky,
- výroba elektrických strojů a přístrojů a elektronických zařízení pracujících na malém napětí a výroba elektrického vybavení.

Počet zaměstnanců v roce 2014 (29): 125

Obrat v roce 2014 (29): 260 milionů Kč

Organizační struktura

Ve vedení společnosti stojí dva jednatele, přičemž každý z nich zastupuje společnost samostatně (28). Dále je společnost rozdělena na 7 úseků, které se dělí na jednotlivá oddělení (29). V analytické a praktické části se soustředím na optimalizaci části výrobního procesu, který probíhá v Čistých prostorech a v části Elektro výroby (MEMS).



Obrázek 5: Organizační struktura společnosti BD Sensors s.r.o. (Zdroj: upraveno dle 29)

Výrobní program

Společnost BD Sensors s.r.o., která se zabývá tlakoměrnou technikou, dnes působí nejen v České republice, ale má i další pracoviště v Německu, Rusku a Číně. Tato pracoviště fungují jako sesterské pobočky (27).

Snímače tlaku, které podnik vyrábí, jsou vhodné pro téměř všechny průmyslové úlohy měření tlaku. Od založení společnost rozšířila svůj sortiment z původních 4 typů snímačů na současných 80 s několika tisíci variantami použití (27).

Podnik se věnuje nejen samotné výrobě, ale také vývoji nových produktů. Již od roku 1995 disponuje vlastní autorizovanou a akreditovanou kalibrační laboratoří AKL AMS. Díky dělbě práce mezi jednotlivými sesterskými pobočkami je společnost prakticky nezávislá na dodavatelích klíčových komponent výrobků (26).

Nabídka elektronických přístrojů na měření tlaku od 0,1mbar do 6000 barů je díky svému obrovskému rozsahu na světové úrovni. Kategorie nabízených výrobků jsou rozděleny na tlakové senzory, snímače tlaku, převodníky tlaku, elektronické tlakové spínače, snímače tlaku s displejem a spínacími výstupy, hydrostatické ponorné sondy a dále pak zobrazovací a vyhodnocovací přístroje (27).

BD Sensors s.r.o. je jednou z mála společností na světě, které nabízí a zpracovávají všechny 4 základní typy senzorů používaných v moderní tlakoměrné technice. Jsou to senzory na bázi polovodičového tenzometru, keramické tlustovrstvé senzory, nerezové tenkovrstvé senzory a kapacitní keramické senzory (27).

V analytické a návrhové části se budu zabývat právě optimalizací části výrobního procesu senzorů na bázi polovodičového tenzometru, konkrétně typu DSP 410 a DSP 412. Bližší specifikace a výrobní proces těchto výrobků budou popsány v další kapitole.

Zákazníci

K hlavním odběratelům společnosti patří zákazníci z odvětví energetiky, kde se jejich výrobky používají k měření tlaku a výšky hladiny v technologických procesech výroby, distribuce a spotřeby elektrické a tepelné energie (30).

Dalším odběratelem je plynárenství, kde jsou senzory využívány k měření tlaku na redukčních stanicích plynu a také při výrobě bioplynu (30).

Společnost dodává také pro zákazníky z oblasti vodního hospodářství. Zde senzory slouží k měření tlaku a výšky hladiny vody v úpravnách pitné vody, na vodních zdrojích, řekách, přehradních nádržích, ale také k monitoringu výšky hladiny spodních vod a v čistírnách odpadních vod (30).

Mezi významné zákazníky se řadí také společnosti z odvětví potravinářství, farmacie a čisté chemie. Konkrétně se jedná o mlékárny, pivovary, vinařství, cukrovary, podniky zabývající se výrobou léčiv a chemii čistých látek (30).

BD Sensors s.r.o. mimo výše uvedených oblastí dodává své výrobky také pro papírenský průmysl, firmy zaměřené na medicínskou techniku, výrobu strojů a zařízení a také pro zákazníky, kteří vyžadují speciální provedení snímačů pro výrobní linky ve všech oblastech strojírenské výroby (30).

Certifikace

Systém řízení kvality je v BD Sensors s.r.o. certifikován podle normy ČSN EN ISO 9001:2009, zároveň se společnost pyšní také oceněním Bezpečný podnik a získala a získává také řadu dalších ocenění za jednotlivé výrobky. Podnik se již dlouhou řadu let účastní také nejruznějších veletrhů jako např. brněnského Ampéru nebo pražské Pragoreguly (27).

BD Sensors s.r.o. spolupracuje na výzkumu a vývoji mimo jiné také s VUT v Brně, zároveň společnost patří mezi vyhledávané zaměstnavatele v okolí Uherského Hradiště.

2.2 Řešené výrobky

Následující kapitoly se budou zabývat zefektivňováním výrobního procesu senzorů na bázi polovodičového tenzometru a to zejména typů DSP 410 a DSP 412. Tyto výrobky byly společností vybrány, protože v porovnání s ostatními výrobky se v průběhu jejich výrobního procesu využije nejvíce technologií.

Obecně se jedná o senzory s oddělovací membránou o průměru 18 mm, používají se na měření tlaků od 100 mbar až do 400 bar, především pro plynná a kapalná média, která jsou slučitelná s nerezovou ocelí (27).

2.2.1 DSP 410

Pro představu se níže nachází schematický postup výrobního procesu piezoezistivních křemíkových tlakových senzorů typu DSP 410. Výroba probíhá na dvou úsecích – v Čistých prostorech a na úseku MEMS.

číslo operace	název operace	pracoviště
10	Tisk výrobního příkazu	sklad
20	převzetí výrobního příkazu	materiálová propust
30	lepení PD1	pomocné pracoviště
40	vytvrzení lepidla	zrání lepidla
50	lepení čipu	osazovací stroj Amadyne
60	vytvrzení lepidla	zrání lepidla
70	kontaktování Au drátem	automatické kontaktování Au drátem
80	kontrola funkčnosti	kontrola funkčnosti
90	zakápnutí gelem	pomocné pracoviště
100	vytvrzení gelu	zrání lepidla
110	zaplnění senzorů olejem	plnění
120	uzavření senzoru kuličkou	mikrosvářečka Tesla
130	odmaštění senzorů	mytí
140	značení senzorů	popisovačka hlav
150	teplotní stárnutí	kompensační pec
160	cyklování	cyklovací pec
170	teplotní ustálení	časové stárnutí
180	sklad příjem	sklad

Tabulka 2: Výrobní postup DSP 410 (Zdroj: upraveno dle 29)



Obrázek 6: DSP 410K (Zdroj: převzato z 32)

2.2.2 DSP 412

Výroba tohoto typu rovněž probíhá na stejných výše zmiňovaných úsecích. Její schéma je následující (29):

číslo operace	název operace	pracoviště
10	Tisk výrobního příkazu	sklad
20	převzetí výrobního příkazu	materiálová propust
30	kontrola, zda je header leštěný	pomocné pracoviště
40	mytí headerů	mytí ultrazvukem
50	lepení čipu	osazovací stroj Amadyne
60	vytvrzení lepidla	zrání lepidla
70	kontaktování Au drátem	automatické kontaktování Au drátem
80	kontrola funkčnosti	kontrola funkčnosti
90	vložení keramické destičky	svařovna
100	přivaření membrány	svařovna
110	kontrola svaru	svařovna
120	lisování membrány	svařovna
130	zaplnění senzoru olejem	plnění
140	uzavření senzoru kuličkou	svářečka Impulsa
150	odmaštění senzoru	mytí
160	značení senzoru	popisovačka hlav
170	teplotní stárnutí	kompensační pec
180	cyklování	cyklovací pec
190	teplotní ustálení	časové stárnutí
200	sklad příjem	sklad

Tabulka 3: Výrobní postup DSP 412 (Zdroj: upraveno dle 29)



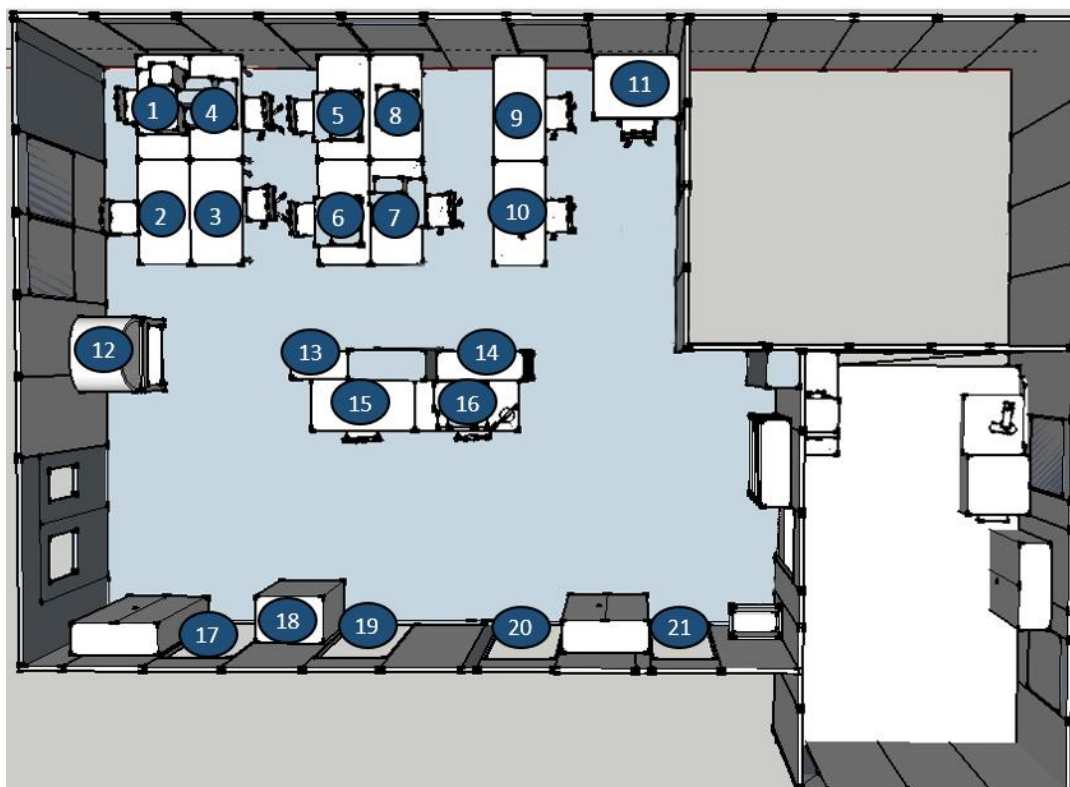
Obrázek 7: DSP 412K (Zdroj: převzato z 32)

2.3 Čisté prostory

Jedná se o úsek, kde kvůli povaze výrobních operací, je třeba udržovat kontrolovanou čistotu prostředí. Na úseku pracují 2 zaměstnanci.

2.3.1 Popis pracovišť

Pro lepší orientaci je třeba nejprve představit aktuální rozvržení pracovišť a jejich popis:



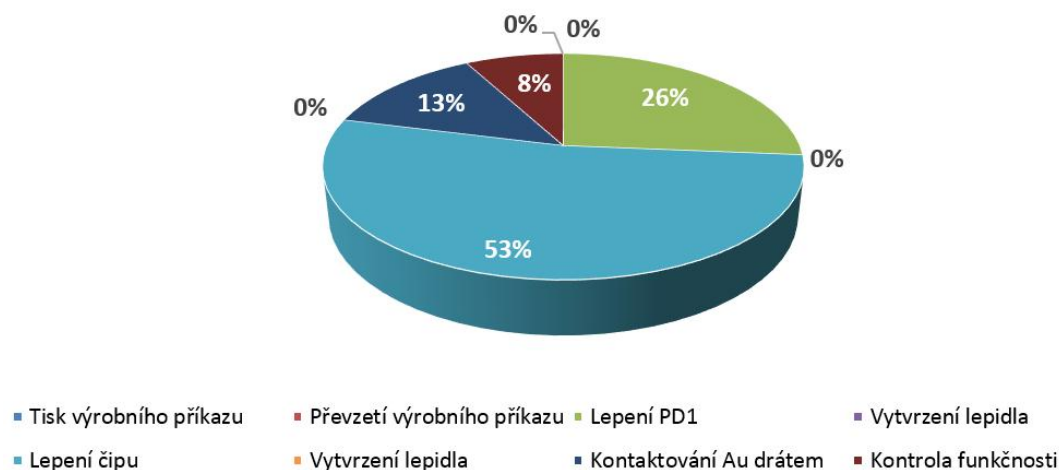
Obrázek 8: Popis pracovišť na úseku Čisté prostory (Zdroj: vlastní zpracování)

Vysvětlivky k Obrázku 8:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1) lepička Tresky, | 13) pomocné regály, |
| 2) pomocné pracoviště, | 14) zrání lepidla, |
| 3) pomocné pracoviště, | 15) manipulační stůl, mytí |
| 4) stará kontaktovačka, | ultrazvukem, |
| 5) kontaktování hliníkovým drátem, | 16) automatické kontaktování zlatým |
| 6) ruční kontaktování zlatým drátem, | drátem, |
| 7) ruční kontaktování zlatým drátem, | 17) sklad materiálu, |
| 8) trhačka, | 18) sklad výrobních příkazů, |
| 9) PC, | 19) šatna muži, |
| 10) kontrola funkčnosti, | 20) materiálová propust', |
| 11) mikroskop, | 21) šatna ženy. |
| 12) osazovací stroj Amadyne, | |

2.3.2 Časová náročnost operací

Byla provedena analýza technologických postupů DSP 410 a DSP 412 z hlediska časové náročnosti jednotlivých operací na úseku Čisté prostory, viz výšečové grafy níže.



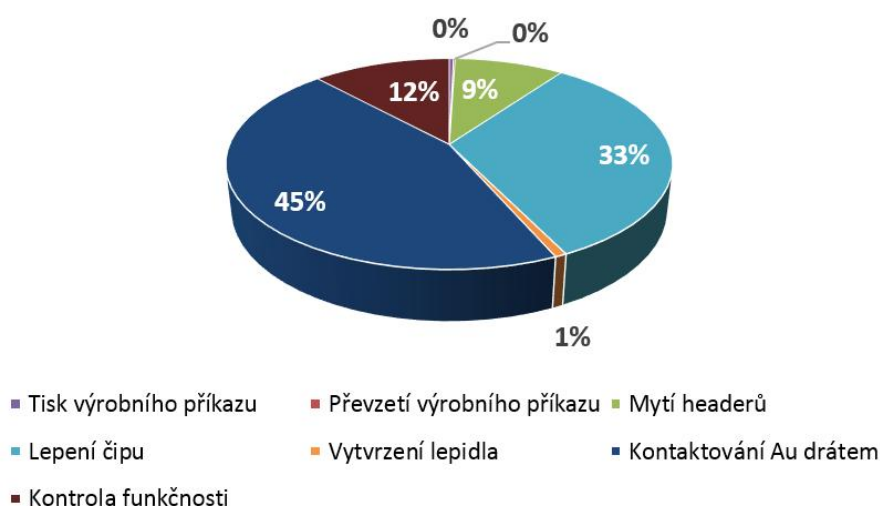
Graf 2: Podíl časů na výrobě DSP 410 v Čistých prostorech (Zdroj: upraveno dle 29)

Z grafu je patrné, že nejvýznamnější podíl času (53%) trvá operace Lepení čipu na osazovacím stroji Amadyne. Druhou nejvýznamnější operací je Lepení PD1, tu ale

v daných podmínkách nelze dále příliš snižovat, protože se jedná o manuální práci. Následuje Kontaktování Au drátem s 13%. Doba operace na osazovacím stroji Amadyne, spolu s dobou operace Kontaktování Au drátem, celkem tvoří 66% času, který zakázka stráví v úseku Čistých prostor.

V případě DSP 412, viz Graf 3, jsou z hlediska časové náročnosti nejvýznamnější operace Lepení čipu na osazovacím stroji Amadyne a Kontaktování Au drátem. Součet doby těchto dvou operací je dokonce ještě o 12% vyšší než je tomu v případě DSP 410, celková doba představuje 78% času (znázorněno modře), který zakázka vyžaduje na zpracování na daném úseku.

Z analýzy vyplývá, že pracoviště Kontaktování Au drátem a pracoviště Amadyne lze považovat za klíčová, protože mají rozhodující vliv na dobu zpracování zakázky.

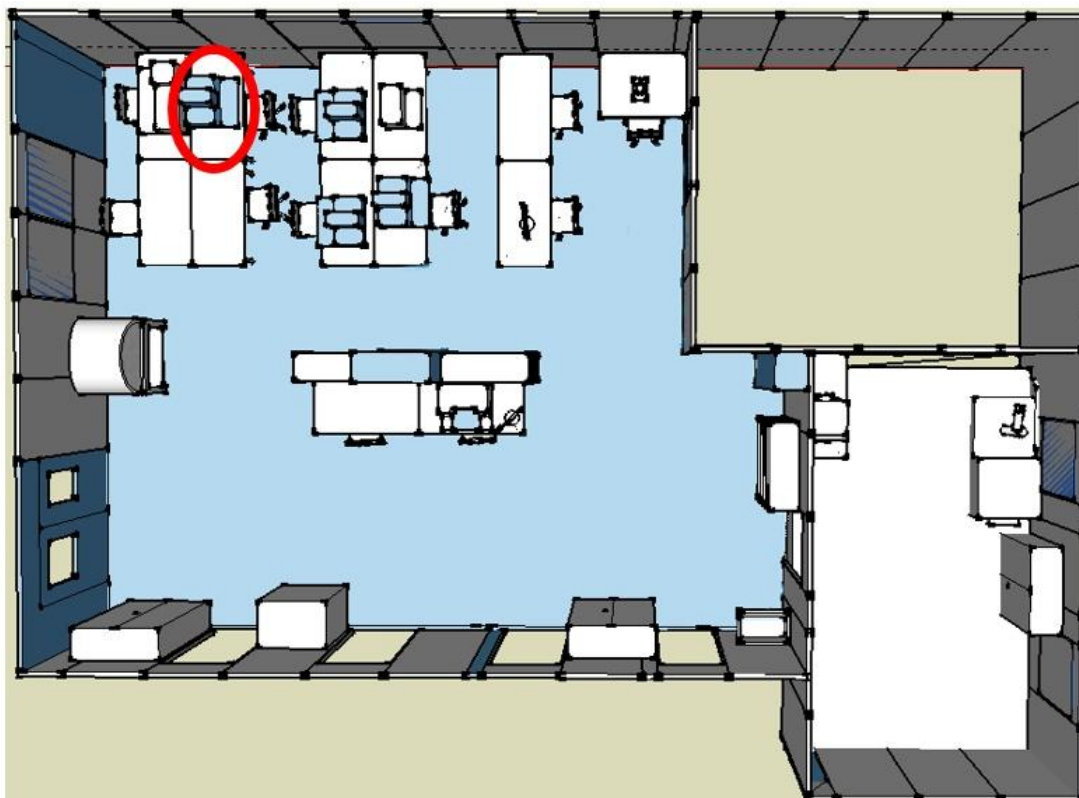


Graf 3: : Podíl časů na výrobě DSP 412 v Čistých prostorech (Zdroj: upraveno dle 29)

2.3.3 Nepotřebné zařízení

Na základě nezávislého pozorování dění na pracovišti a dotazování se zaměstnanců, byla zjištěna následující skutečnost:

- Na pracovišti se nachází zařízení – stará kontaktovačka – pracoviště č. 4, které se při současném výrobním programu nepoužívá – viz Obrázek 9: Nepoužívané zařízení.



Obrázek 9: Nepoužívané zařízení (Zdroj: vlastní zpracování)

2.3.4 Pohyb mezi pracovišti

V období od 23.2.2015 do 13.3.2015 bylo prováděno měření, kdy se kontrolovala nutnost zásahu obsluhy na klíčovém pracovišti Amadyne. Měření se provádělo u všech zpracovávaných zakázek. Na každou zakázku připadají 2 pohyby související s materiálovým tokem (vlození zakázky do stroje a její vyjmutí), počet kontrol, tzn. zásahů, kdy obsluha musí přijít ke stroji a zkontrolovat správnost zpracovávání, případně změnit nastavení, apod. je uveden ve výběrovém souboru v tabulce níže:

číslo měření	tělo + čip	počet kontrol
1	412-AP301	8
2	411-3000	17
3	411-MS767	8
4	412-AP301	10
5	411-3000	5
6	411-MS7801	9
7	411-3000	11
8	011-3000	6
9	412-AP301	4
10	210-IL20L	6

Tabulka 4: Záznam z měření na pracovišti Amadyne (Zdroj: vlastní zpracování)

Z jednoduchého porovnání vyplývá, poměr P mezi pohyby souvisejícími s materiálovým tokem a mezi nutnými zásahy na stroji Amadyne:

$$P = \frac{\text{počet pohybů souvisejících s materiálovým tokem}}{\text{nutné zásahy}} = \frac{20}{84} \Rightarrow \mathbf{1:4,2}$$

Na 1 zásah související s materiálovým tokem připadají více než 4 přesuny, které s ním nesouvisí.

Na tomto úseku se vyrábí několik desítek typů výrobků po různých sériích. Bylo by proto nevhodné brát v úvahu pouze výrobu DSP 410 a DSP 412 a přizpůsobovat jim tak celé uspořádání výroby, když pro zbytek výrobků by toto nemuselo vyhovovat. Základními požadavky pro prostorové uspořádání pracovišť není tedy primárně materiálový tok, ale:

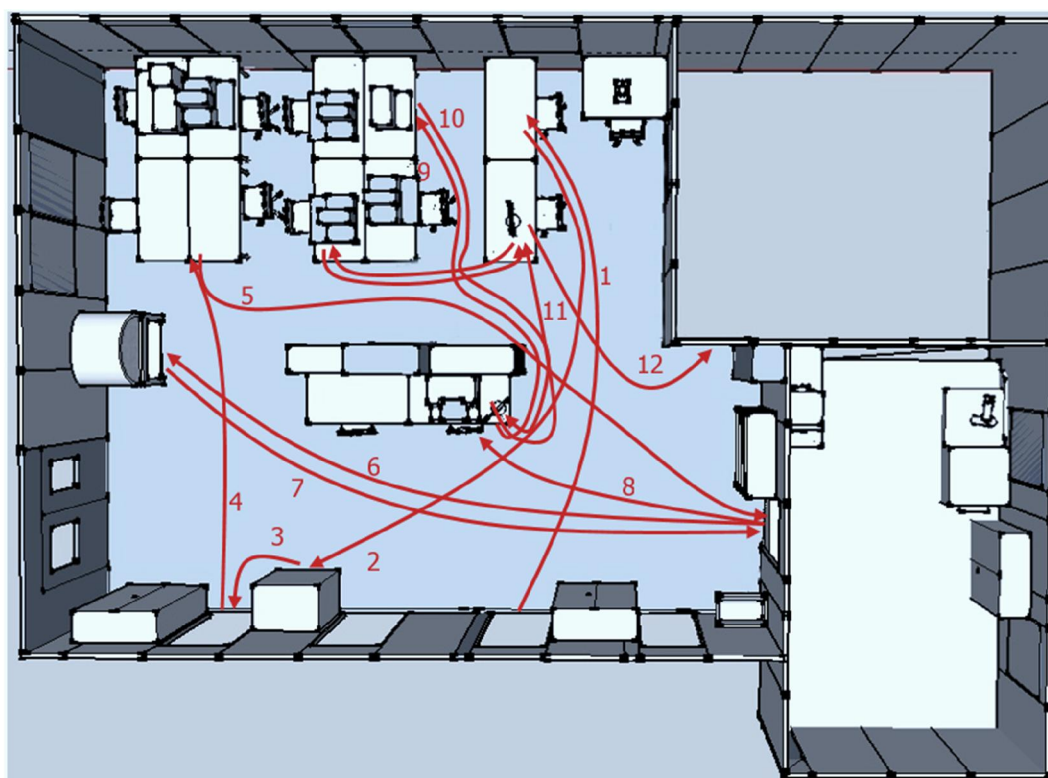
- **přehlednost,**
- **snadná vzájemná dostupnost pracovišť.**

Klíčovými pracovišti z tohoto hlediska jsou pracoviště s nejčastějším počtem vzájemných přesunů, tj. Kontrola funkčnosti, Automatické kontaktování Au drátem a Osazovací stroj Amadyne.

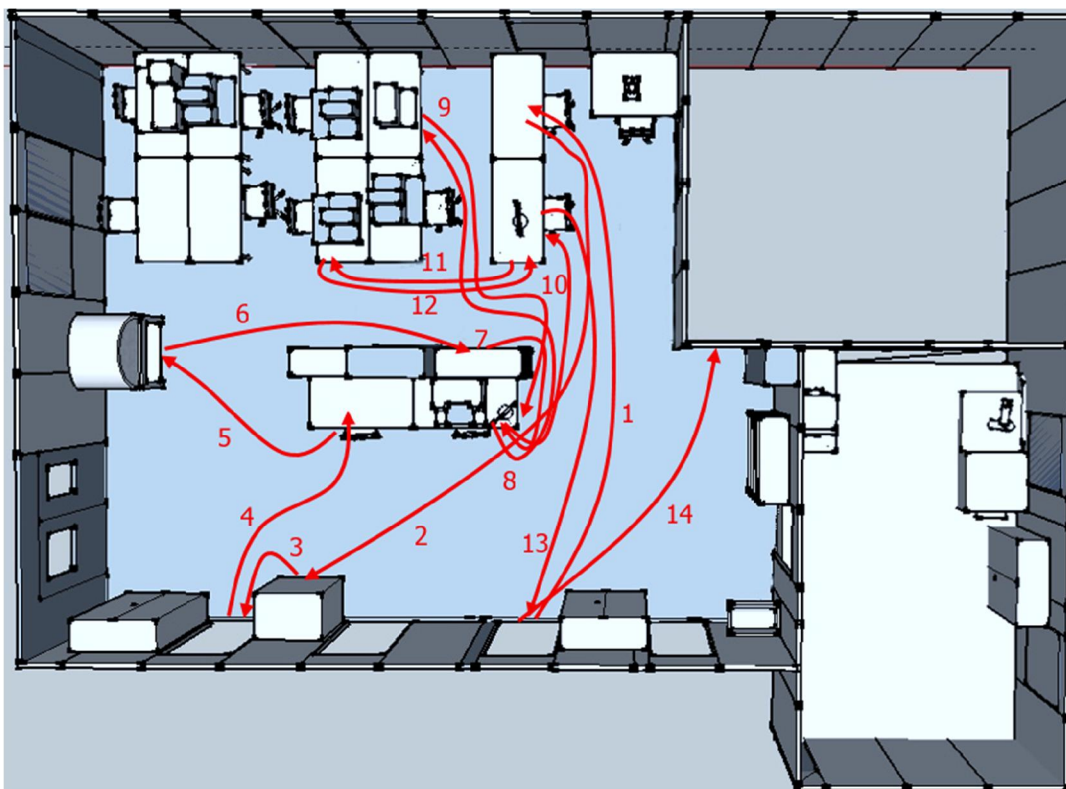
Pro rozmístění pracovišť platí následující omezení:

Z pracoviště Kontrola funkčnosti musí být vidět na pracoviště Amadyne a pracoviště Automatické kontaktování Au drátem, protože obsluha musí sledovat činnost těchto zařízení.

Byla provedena analýza materiálového toku pro vybrané typy tlakových senzorů – viz Spaghetti diagram materiálového toku pro DSP 410 a DSP 412. Z diagramů je patrné, že stávající prostorové uspořádání brání snadné dostupnosti jednotlivých pracovišť. Z důvodu přehlednosti nejsou na diagramu znázorněny pohyby související s nutností zpětného hlášení dokončené operace na PC.



Obrázek 10: Spaghetti diagram materiálového toku DSP 410 (Zdroj: vlastní zpracování)

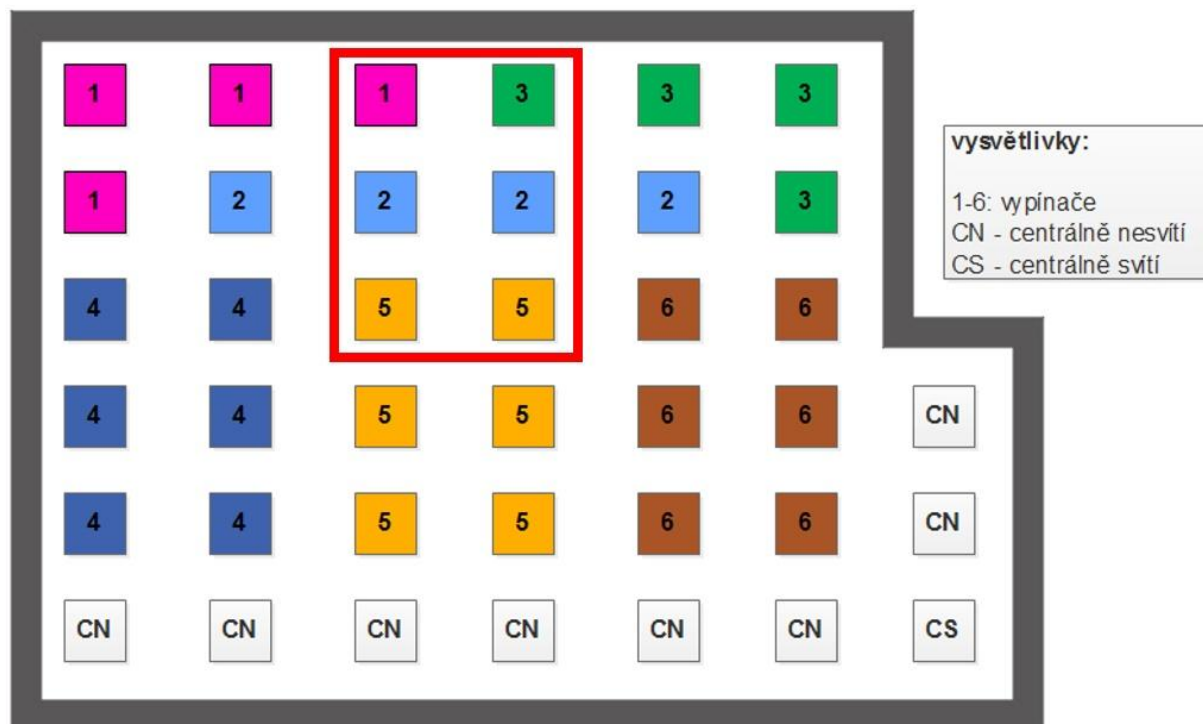


Obrázek 11: Spaghetti diagram materiálového toku DSP 412 (Zdroj: vlastní zpracování)

2.3.5 Rozvržení osvětlení

Nezávislým pozorováním bylo zjištěno, že rozvržení osvětlení neodpovídá aktuálnímu rozmístění pracovišť:

- při překrytí schematického diagramu rozsvěcování a špagetového diagramu materiálového toku lze vidět například následující:
 - Pro obsluhu osazovacího stroje Amadyne – pracoviště 12 je při současném rozvržení zapotřebí zapnout 6 světel = vypínač č. 4, přičemž reálně by k obsluze stačilo 1 – 2 světla – viz Schematický diagram rozsvěcování v místnosti.
 - K obsluze prostředního setu 4 sdružených pracovišť (č. 5 – 8 na obr. 8), je zapotřebí zapnout vypínače 1, 2, 3 a 5 = celkem tedy 16 světel – viz červeně vyznačený obdélník na schematickém diagramu rozsvěcování.



Obrázek 12: Schematický diagram rozsvěcování (Zdroj: vlastní zpracování)

2.3.6 Analýza práce na zařízení Amadyne a Kontaktování Au drátem

Z kapitoly 2.3.2 vyplývá, že osazovací stroj Amadyne a kontaktovací zařízení jsou klíčové pro provoz celého úseku Čistých prostor. Právě tato dvě pracoviště určují výkonnost celého oddělení. Jinak řečeno hlavní činností pracovníků by mělo být zajištění maximálního využití obou zařízení. Zvýšením efektivnosti jejich využití lze dosáhnout rychlejšího průchodu zakázky a snížení prostoje.

Změřením doby trvání zpracování zakázky a odečtením všech nutných zásahů lze vyjádřit čistý čas potřebný na danou operaci. V této době je zahrnut čas nutný na přesun obsluhy k zařízení, samotná doba zpracování a také doba, kterou trvá, než si obsluha všimne, že stroj vyžaduje zásah. V období od 23.2.2015 – 13.3.2015 bylo prováděno měření výše uvedených časů.

Při analýze naměřených hodnot na osazovacím stroji Amadyne bylo zjištěno, že do procesu zpracování vstupuje velké množství těžko postižitelných vlivů jako teplota, vlhkost, denní

doba, a proto by bylo velmi obtížné a zkreslené vyjadřovat čistou dobu, po kterou stroj zpracovává 1 výrobek.

Pro analýzu pracoviště Automatické kontaktování zlatým drátem byl vybrán následující výběrový soubor 20 vzorků:

zakázka	počet ks	tělo + čip	v min	v s	chybí kulička [s]	nenajde značku [s]	oprava spoje [s]	restart [s]	čekání na T [s]	1ks/s
3055280	48	412-301	29	1725	33					35,3
3055571	192	411-3000	126	7575					360	39,5
3055504	196	411-MS767	148	8850		31			720	45
3055502	196	411-MS767	138	8250	66				540	41,8
3055347	200	412-AP301	141	8475		155				41,6
3055363	192	411-3000	126	7575	99					38,9
3055488	196	411-MS7801	144	8625	99	62			540	43,2
3055345	200	412-301	149	8925	66	31	122			43,5
3055342	150	412-301	103	6150	66	31				40,4
3055611	192	411-3000	130	7800	33	31				40,3
3055439	192	210-IL20L	144	8625		403			180	42,8
3055874	192	410-3000	153	9150	32	310		118		45,9
3055324	196	411-301E	143	8550	231		122			41,8
3055868	92	411-3000	66	3975						43,2
3055414	98	011-3000E	73	4350		62				43,8
3054942	96	210-IL20L	81	4875		186			180	48,8
3055853	196	411-3000EPOX	161	9675	363		122			46,9
3055633	192	411-3000	163	9750		124			540	50,1
3055462	192	411-3000	154	9225				236		48
3055703	96	011-3000	81	4875		124				49,5

Tabulka 5: Výsledky měření z pracoviště Automatické kontaktování Au (Zdroj: vlastní zpracování)

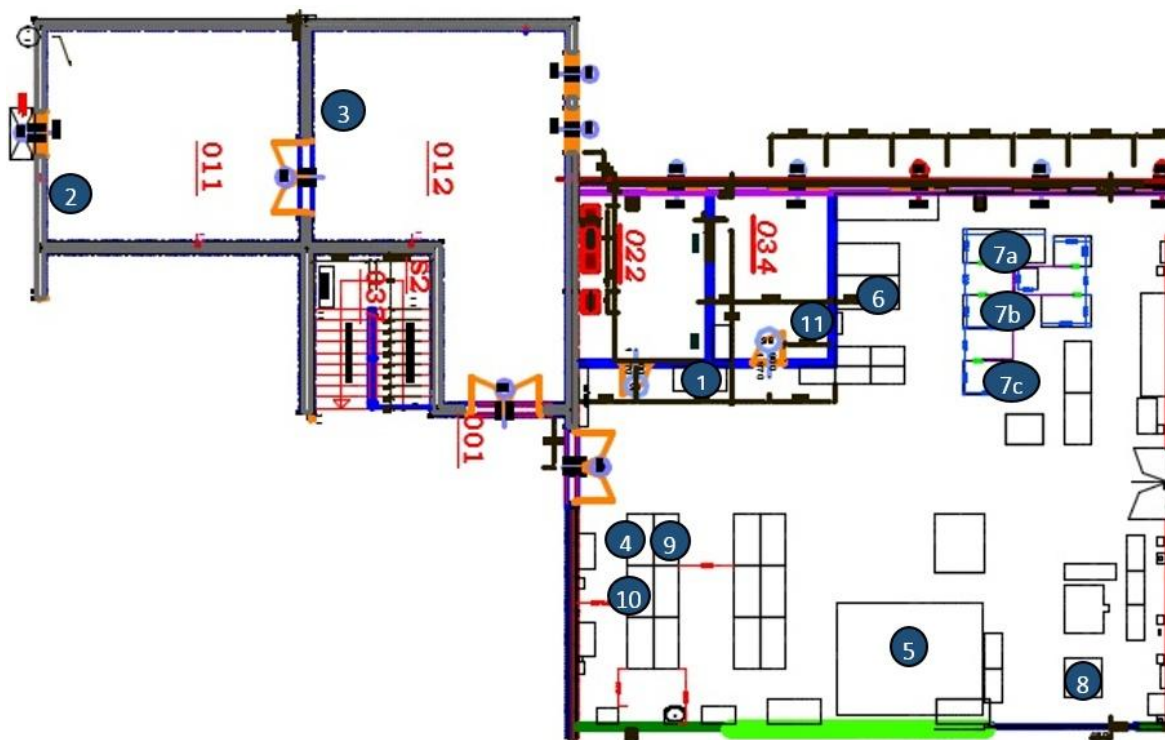
Pokud není v tabulce uvedeno jinak, jsou všechny hodnoty uváděny v sekundách. Přerušení způsobené chybějící kuličkou je nahodilou chybou zařízení, kterou není možné ovlivnit. Naopak zdržení, kdy zařízení není schopno nalézt značku, je způsobeno sníženou kvalitou dodávaných polotovarů.

2.4 MEMS

Jedná se o část Elektro výroby, kam se tlakové senzory přesouvají poté, co jsou částečně zpracovány v Čistých prostorech.

2.4.1 Popis pracovišť

Na obrázku níže jsou popsána pracoviště související s výrobním procesem DSP 410 a DSP 412.



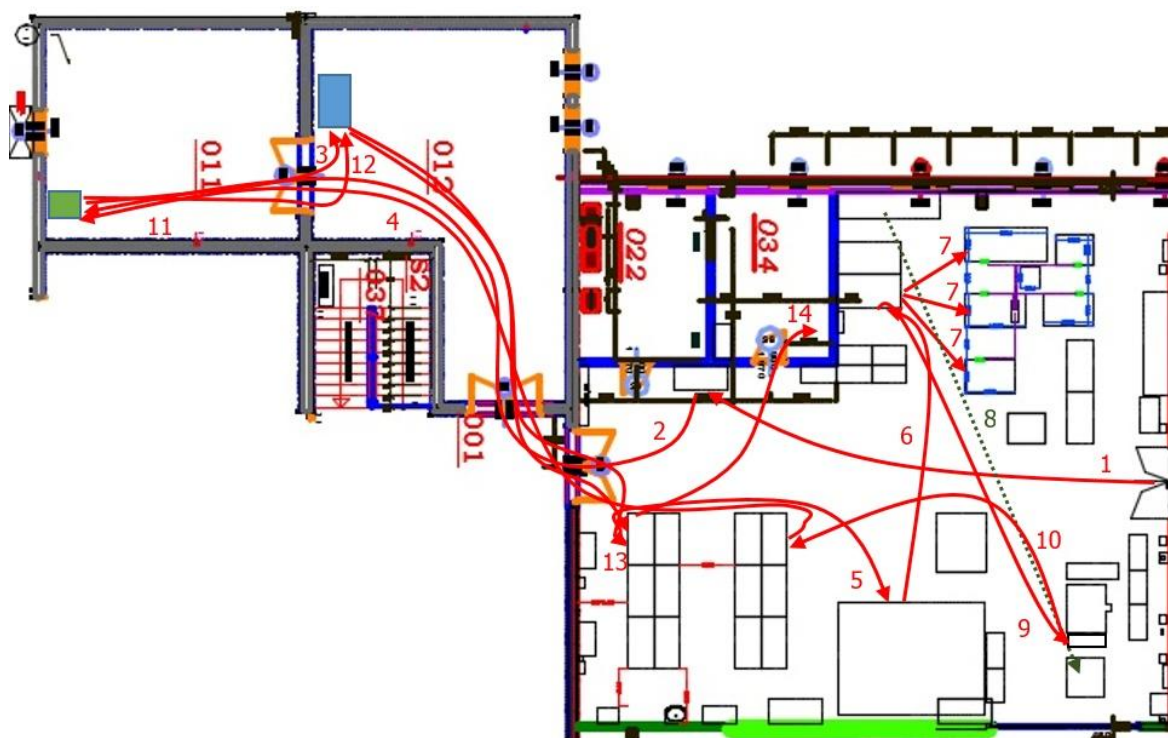
Obrázek 13: Popis pracovišť na MEMSu (Zdroj: vlastní zpracování)

Vysvětlivky v Obrázku 13:

- | | |
|---|---|
| 1) potiskovačka hlav, přeskládání na kov, | 7) kompenzační pece, |
| 2) pec na teplotní stárnutí, | 8) laser, |
| 3) cyklovací pec, | 9) přiřazení hybridů k čipům, přeskládání na kov, |
| 4) přeskládání na plast, | 10) přeskládání na plast, |
| 5) Kardex, | 11) měření. |
| 6) kompenzace, přeskládání do přípravků, | |

2.4.2 Analýza materiálového toku

Byla provedena analýza materiálového toku, viz Obrázek 14. Při prohlídce provozu bylo zjištěno, že se na úseku nachází těžko přemístitelná zařízení jako např. kompenzační pece, skladovací zařízení KARDEX, atp. Byla identifikována pec pro teplotní stárnutí elektroniky, která se nachází v relativně vzdáleném úseku, viz Obrázek 13 - pracoviště 2, a která je zároveň přemístitelná.



Obrázek 14: Spaghetti diagram materiálového toku DSP 410 a DSP 412 na MEMSu (Zdroj: vlastní zpracování)

2.4.3 Vizuální řízení

Na úseku MEMS bylo nezávislým pozorováním a dotazováním se pracovníků zjištěno následující:

- Na jednotlivých pracovištích se nachází předměty, které by tam být neměly.

- Tyto předměty se hromadí především v černých plastových bedýnkách, které by měly sloužit k uskladnění nářadí, viz Obrázek 15.



Obrázek 15: Bedýnky na MEMSu (Zdroj: vlastní zpracování)

- Zaměstnanci mají tendenci k multiplikaci potřebných pomůcek pro případ, kdyby je „náhodou někdy“ potřebovali. Na jednom z pracovišť byly například nalezeny 3 totožné kancelářské gummy, 2 stejná lepidla, atp.
- Pokud mají zaměstnanci k dispozici box, do kterého není vidět, hromadí v něm věci, které nepotřebují. Když byli vyzváni, aby popsali, k čemu dané předměty jsou, většina z nich odpověděla, že některé z nich už nepoužívají, případně byli sami ihned schopni vytřídit nepotřebné.
- Na pracovišti Měření se nachází krabičky, které sloužily k zakrývání čidla. Už se 3 měsíce nepoužívají.
- Na pracovišti Měření se nachází 2 stoly, které slouží ke skladování rozpracovaných zakázek. Na první pohled ale není zřejmé, která zakázka se má zpracovávat nejdříve, případně, která již zpracována byla, viz Obrázek 16.



Obrázek 16: Stoly na pracovišti měření (Zdroj: vlastní zpracování)

2.5 Vymezení zjištěných nedostatků

2.5.1 Čisté prostory

Z rozboru stávajícího průběhu výrobních procesů a podmínek, za kterých dané procesy na úseku Čistých prostor probíhají, vyplynulo, že nejdůležitější z hlediska výkonnosti celého úseku nejsou operátoři, nýbrž automatická zařízení, konkrétně osazovací stroj Amadyne a Automatické kontaktovací zařízení Au drátem.

Na daném úseku se nachází dlouhou dobu nepoužívané zařízení.

Stávající uspořádání pracovišť není ideální, při novém rozvržení je ale nutné se řídit především tím, aby pracoviště byla snadno dostupná a přehledně uspořádaná, nikoli primárně materiálovým tokem.

Aktuální rozvržení zapínání osvětlení neodpovídá rozmístění pracovišť.

Na pracovišti Automatické kontaktování Au drátem zařízení poměrně často nemůže najít značku, a tak pokračovat ve své práci. Zároveň se jedná o chybu, kterou ale lze snadno eliminovat.

2.5.2 MEMS

Z analytické části vyplynulo, že na úseku Elektro výroby se nachází přemístitelná nevhodně umístěná pec určená k teplotnímu stárnutí elektroniky.

Na jednotlivých pracovištích se hromadí předměty, by tam být neměly.

Potřebné pomůcky se zde nachází ve větším než nezbytně nutném množství.

Na pracovišti Měření se nachází stoly určené ke skladování rozpracovaných a zpracovaných zakázek, na první pohled ale není jasné, jestli už zakázka zpracována byla či na zpracování teprve čeká.

3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

3.1 Čisté prostory

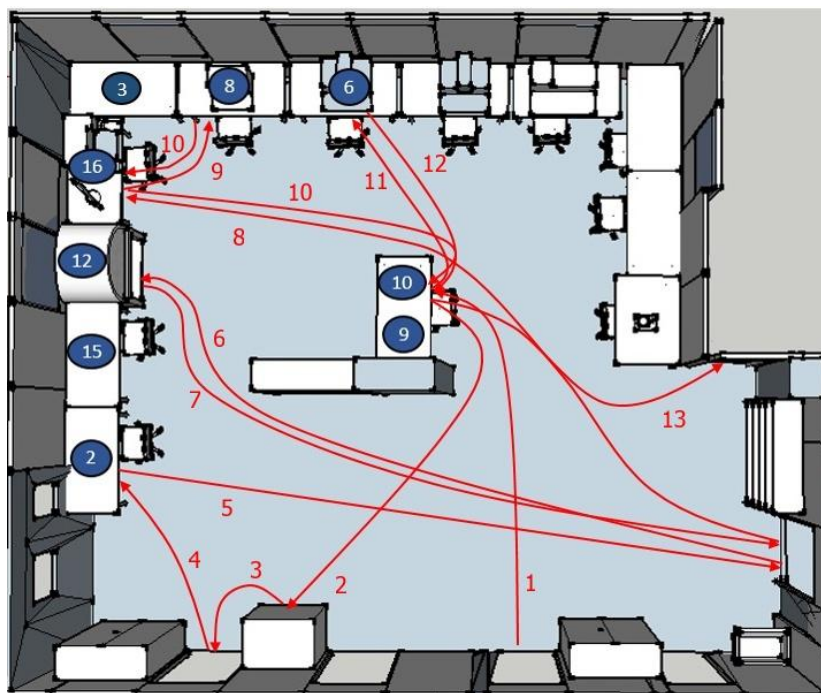
Na základě výsledků z předchozí části této diplomové práce byla navržena následující řešení:

3.1.1 Odstranění nepoužívaného pracoviště

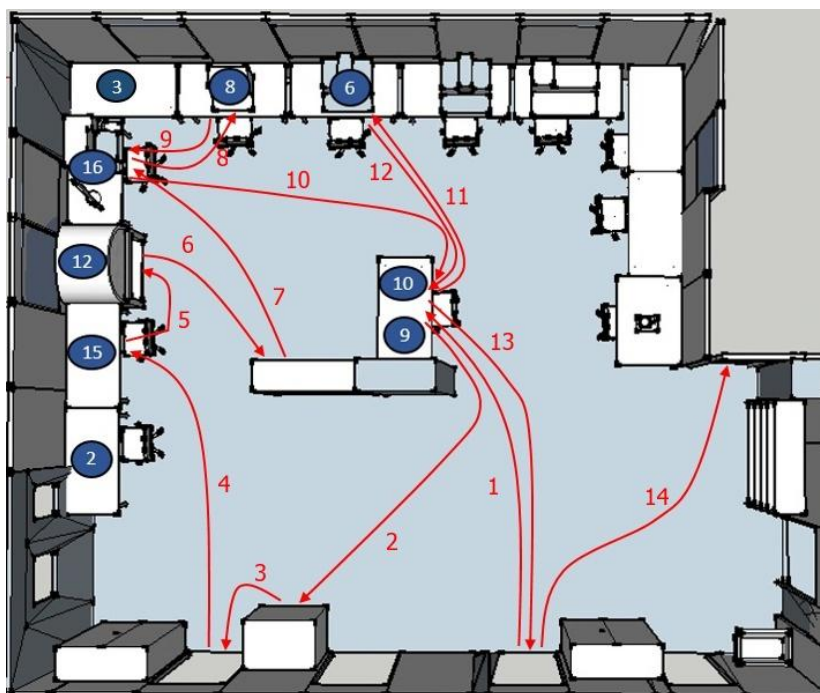
V analytické části bylo zjištěno, že se na úseku Čisté prostory nachází staré kontaktovací zařízení, které se ale při současném výrobním programu nepoužívá. Navrhuje se jeho odstranění z daného úseku.

3.1.2 Změna uspořádání pracovišť

Ze základních požadavků na uspořádání pracovišť a analýzy části materiálového toku piezorezistivních křemíkových tlakových senzorů DSP 410 a DSP 412 vyplynulo, že pracoviště lze uspořádat efektivněji. Na základě analýzy Spaghetti diagramu, zpracováním Teorie omezení a základních požadavků, byly sestaveny následující návrhy, viz obr. 17, 18, 19 a 20. Návrhy obsahují i materiálový tok jednotlivých výrobků. V návrzích se počítá s odstraněním nepoužívaného pracoviště.



Obrázek 17: Návrh 1: Materiálový tok DSP 410 (Zdroj: vlastní zpracování)



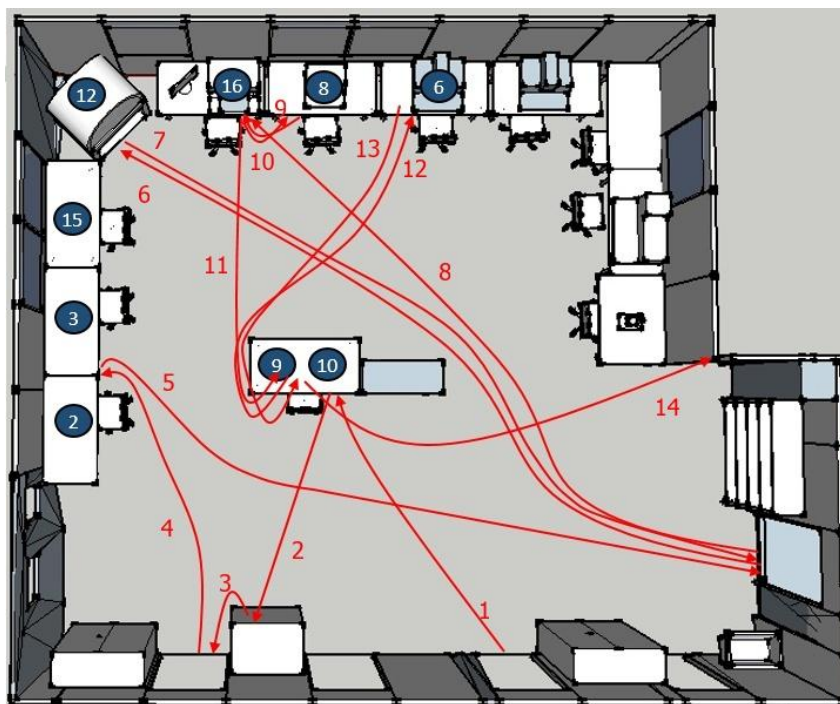
Obrázek 18: Návrh 1: Materiálový tok DSP 412 (Zdroj: vlastní zpracování)

Na výše uvedeném návrhu lze vidět, že se zlepšila dostupnost všech znázorněných pracovišť. Z návrhu byl odstraněn regál s přípravky. Tento regál byl přesunut do skladu, kde si operátor může potřebné přípravky vzít, když si jde pro materiál, který pro zpracování dané zakázky potřebuje.

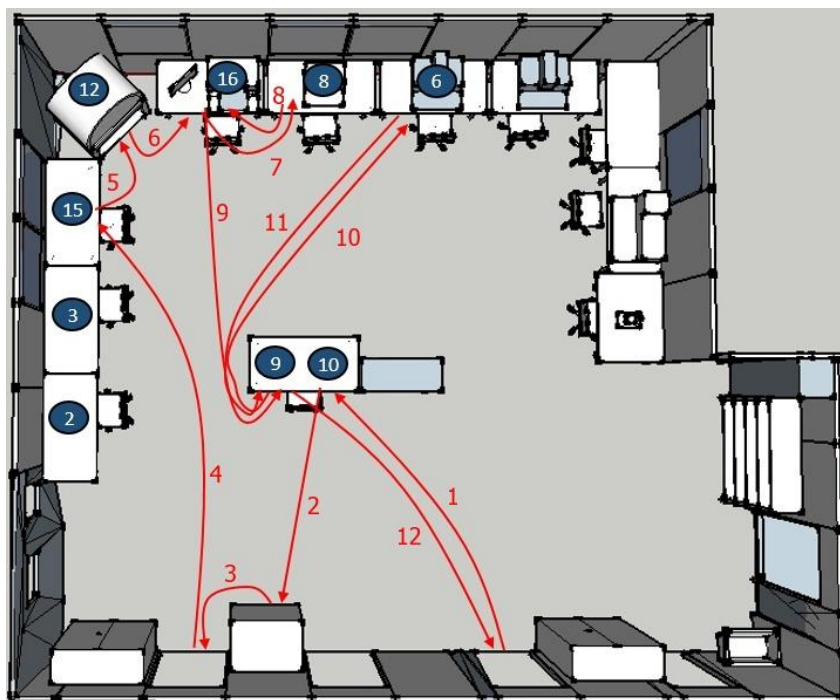
Do Návrhu 1 byla zapracována všechna omezení z analytické části, tj.:

- 1) Z pracoviště Kontrola funkčnosti má nyní operátor výborný přehled o tom, jak pracují zařízení Amadyne a Automatické kontaktování Au drátem. Stůl je navíc natočen tak, aby pro pracovníka bylo sledování výše uvedených zařízení optimální i z hlediska ergonomie.
- 2) Sloučené pracoviště Kontrola funkčnosti a PC se nachází prakticky ve středu místnosti. Počítač, kde se potvrzují jednotlivé operace, je tak snadno přístupný prakticky odkudkoliv z daného úseku.

Návrh 2 níže, je celkově ještě přehlednější a rovněž splňuje omezení z analytické části. Z toho návrhu byl navíc odstraněn i regál, kde zraje lepidlo po operaci na osazovacím stroji Amadyne. Regál by byl nahrazen zásobníkem na pracovišti Automatické kontaktování Au drátem (č. 16). Výhodou tohoto návrhu oproti předchozímu je také poloha Amadyne (č. 15) – ten v předchozím řešení stojí před oknem, které sice primárně neslouží jako zdroj světla pro výrobu, nicméně pokud bude stát v rohu, tak jak je znázorněno na Návrhu 2 (viz obr. 19 a 20), nebude bránit výhledu z/do dílny, která se za oknem nachází.



Obrázek 19: Návrh 2: Materiálový tok DSP 410 (Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 20: Návrh 2: Materiálový tok DSP 412 (Zdroj: vlastní zpracování)

Na obou výše uvedených návrzích jsou popsána pouze pracoviště, jimiž prochází řešené výrobky.

3.1.3 Rozvržení osvětlení

Oběma výše uvedeným variantám prostorového uspořádání pracovišť zároveň lépe vyhovuje stávající rozvržení stropních svítidel.

3.1.4 Zlepšení značek na PD1

Navrhuje se zlepšení kvality dodávaných polotovarů, tak aby došlo k minimalizaci zásahů, kdy značku musí hledat obsluha.

3.2 MEMS

Na základě toho, že na úseku bylo identifikováno množství předmětů, které tam vůbec nepatří, je jich neadekvátní množství nebo se nenachází tam, kde by měly být, případně nejsou vhodně označeny, se navrhuje zavedení programu 7S, které by mělo tento problém vyřešit.

3.2.1 Plán zavedení programu 7S

Následující řešení představuje pouze stručný návrh zavádění 7S na daném úseku z důvodu, že se jedná se o velmi náročnou oblast, která by mohla být tématem samostatné DP.

Nejprve je nutné sestavit tým, který se bude zavádění 7S na daném úseku věnovat. V týmu by měl být průmyslový inženýr a k němu 2 - 4 pracovníci z úseku MEMS.

Následně je třeba seznámit zaměstnance s tím, co to program 7S je a jaké jsou jeho cíle. Jako vhodný způsob se nabízí workshop, kde by si pracovníci například sami vyzkoušeli, které předměty na pracovištích ponechat, které odstranit, atp. Ideální by byla ukázka přímo na jednom z pracovišť na úseku MEMS. V této fázi považuji za velmi důležité všechny zúčastněné pro 7S nadchnout, ukázat jim, že jim program pomůže a práci jim usnadní. Součástí tohoto kroku by mělo být i seznámení s předběžným harmonogramem zavádění programu 7S.

Následovat by měla teoretická prezentace s praktickými ukázkami o této metodě, kterou by vedli ředitel společnosti a průmyslový inženýr. V rámci této prezentace by každý se zaměstnanců dostal letáček s jednotlivými kroky metody 7S a zároveň by byla umístěna velká tabule s danými kroky, viz návrh níže, přímo na úsek MEMS tak, aby ji měli všichni zaměstnanci na očích.



Obrázek 21: Návrh plakátu k zavádění 7S na úseku MEMS (Zdroj: vlastní zpracování)

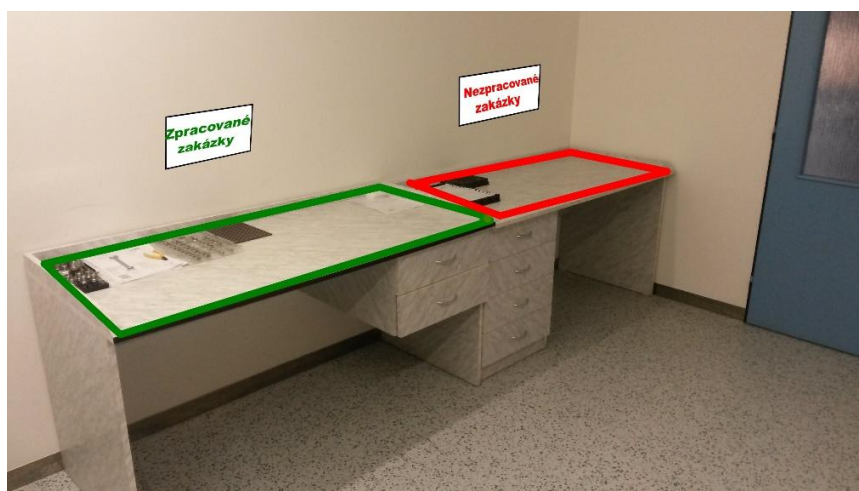
Ještě před aplikací jednotlivých kroků programu 7S bych doporučila vyfotografovat jednotlivá pracoviště ve stavu, v jakém se nachází nyní.

V další fázi by se přímo zaváděly jednotlivé kroky programu:

První krok, tj. **třídění (Sort)** by neměl trvat déle než 1-2 dny. Nejprve bych doporučila, aby předměty protřídili operátoři, kteří na jednotlivých pracovištích působí, protože jak se ukázalo v analytické části, mají nejlepší přehled o tom, co ke své práci potřebují a co nikoliv. Ponechané předměty by dále byly konzultovány ještě s průmyslovým inženýrem,

aby se zabránilo hromadění zbytečných předmětů. Předměty, u kterých si nejsou jisti, zda je vytrít, označí červenými visačkami a ve vyhrazené zóně by se sledovaly po dobu jednoho plánovacího období.

V rámci dalšího kroku tj. **nastavení pořádku (Sort in Order)** by se například na pracovišti Měření mohly vizuálně znázornit zóny se zpracovanými/nezpracovanými zakázkami viz Obrázek 22. K vizualizaci by bylo možné například nad jeden stůl označit nápisem „Zpracované zakázky“ a jeho obvod oblepit zelenou lepicí páskou, u druhého stolu by bylo řešení stejné pouze s použitím červené pásky a nápisem „Nezpracované zakázky“. Každému by tak bylo jasné, na které zakázce je třeba začít pracovat a která už je naopak hotová. K oblepení stolů by bylo třeba přibližně 7,4 m lepicí pásky, cena takovéto pásky je dle informací získaných internetovým průzkumem přibližně 40 Kč za 66 m. Oblepení stolů by tedy vyšlo na necelých 4,5 Kč. Náklady na vytištění nápisů se pohybují v řádu haléřů.



Obrázek 22: Návrh zónového označení na pracovišti měření (Zdroj: vlastní zpracování)

Po vytrídění nástrojů z černých bedýnek nutných k aktuálním výrobním operacím by mohl být v čele stolu panel s nástroji tak, jak je schematicky znázorněno na obrázku níže. Docílilo by se tak přehledného uspořádání nástrojů a zároveň díky zrušení bedýnek zabránilo hromadění nepotřebných objektů na pracovišti. Na panelech je vhodné vyznačit hranice jednotlivých nástrojů. Lidé mají tendenci vracet věci tam, kam patří, nemělo by

tedy např. hrozit, že by vraceli šroubovák na místo kleští, a tak se docílí i toho, aby měly předměty své pevné místo.

Cena podobných panelů (600 x 1200 mm) se dle informací získaných internetovým průzkumem pohybuje od 780 Kč výše. K určení hranic nářadí je možné použít například samolepku, která by se na panel nalepila. Při změně používaného nářadí by se stará samolepka strhla a nemusela se tak řešit celá výměna panelu jako v případě pěnových vyliisovaných vzorů. Cena samolepky v takovémto rozměru se pohybuje od 150 Kč výše. Celková cena panelu s obrysy nářadí by se měla pohybovat kolem 1 000 Kč.



Obrázek 23: Vizuální řízení na úseku na MEMS (Zdroj: vlastní zpracování)

V třetím kroku, tj. **lesk (Shine)** navrhuji vyvěšení plánu úklidu se jmény konkrétních zaměstnanců, tak aby bylo zřejmé, kdo odpovídá za čistotu a pořádek na jednotlivých pracovištích. Zároveň musí být zajištěny prostředky a pomůcky nutné pro úklid.

Následně v kroku **standardizace (Standardize)** doporučuji určení zodpovědnosti za první tři S na jednotlivých pracovištích. Za jednotlivá pracoviště by měli zodpovídat zaměstnanci, kteří na nich nejčastěji pracují.

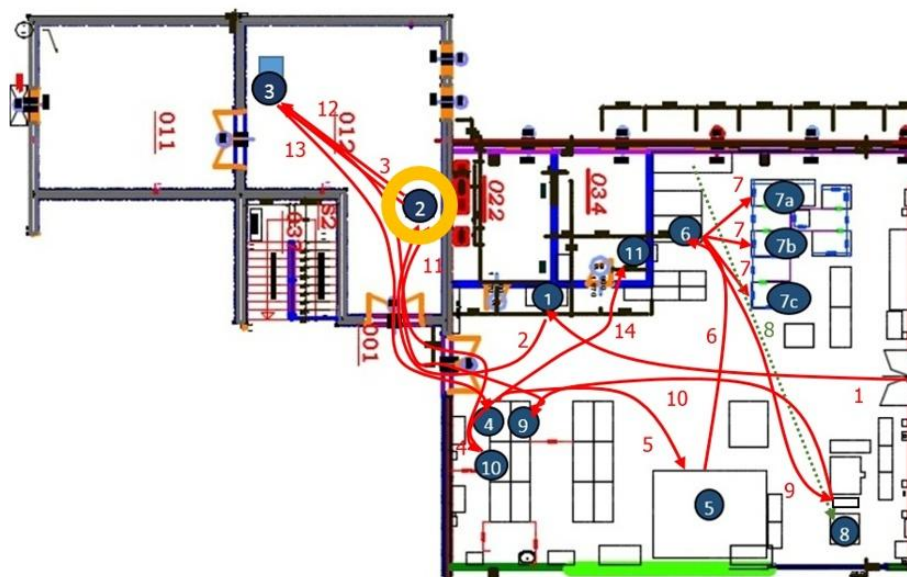
V dalším kroku tj. **zachování (Sustain)** je podstatné, aby si zaměstnanci uvědomili, že 7S jim práci usnadňuje. Navrhovala bych znovu workshop, kde se projdou jednotlivá

pracoviště na úseku MEMS a zhodnotí se, jaké přínosy zde zavedení metody 7S mělo. V rámci tohoto workshopu se také znovu vyfotografují jednotlivá pracoviště a provede se srovnání „před a po“, které motivuje zaměstnance k dalšímu pokračování v 7S a bude sloužit i jako inspirace pro další oddělení společnosti.

V rámci posledních dvou pilířů aplikace metody 7S tj. **bezpečnosti (Safety)** a **ekologie a životního prostředí (Environmental Sustainability)** bych nyní doporučila pouze využívání ekologicky šetrných čisticích prostředků, díky certifikátu Bezpečný podnik totiž společnost již vysoké nároky na bezpečnost splňuje.

3.2.2 Přemístění pece pro teplotní stárnutí

V analytické části byla identifikována pec určená k teplotnímu zrání elektroniky, kterou by bylo možné umístit vhodněji. Přemístěním se nejen zkrátí materiálový tok, ale zároveň i místnost, kde se pec nachází nyní, by mohla najít jiné využití. Byl vytvořen následující návrh, kam lze pec přesunout. Viz obrázek níže – pec je vyznačena žlutě.



Obrázek 24: Návrh přesunutí pece na teplotní stárnutí (Zdroj: vlastní zpracování)

3.3 Vyhodnocení a přínosy

V následující kapitole budou vyhodnocena navržená řešení a specifikovány jejich přínosy.

3.3.1 Čisté prostory

Společnost BD Sensors s.r.o. se rozhodla realizovat výše navržená řešení pro Čisté prostory. Po přestavbě pracovišť podle Návrhu 2, viz obr. 19 a 20 kap. 3.1.2 se znovu sbírala data na pracovišti Kontaktování Au drátem pro porovnání s předchozím stavem. Při srovnání průměrných hodnot srovnatelných zakázek se dospělo k následujícím výsledkům:

ø	411-3000	412-301	410-3000	411-301(EPO)	011-3000EPO	Celkový průměr
Před [s]	42,05	40,04	41,15	41,37	44,93	41,91
Po [s]	39,52	38,25	40,70	39,01	39,77	39,45
Rozdíl [s]	2,53	1,79	0,45	2,36	5,16	2,46

Tabulka 6: Srovnání hodnot „před a po“ (Zdroj: vlastní zpracování)

V hodnotách „Před“ a „Po“ se jedná o průměry všech měřených zakázek odpovídajícího typu přepočtených na 1ks. Celkově se průměrně zpracování každého kusu zkrátilo o 2,46 s, jinak řečeno se čas nutný pro operaci na 1ks výrobku snížil průměrně o 5,87 %. Z důvodu relativně malého počtu naměřených vzorků je však nutné počítat s tím, že reálné dlouhodobé údaje by se mohly v řádu desetin % lišit. Jedna hodina práce na tomto kontaktovacím zařízení stojí 419,4 Kč, při průměru oddělení 3 zakázek po 200 ks denně je celková roční úspora (počítáme 250 pracovních dnů) přibližně **42 989 Kč**. Náklady na přestavbu Čistých prostor byly 3 315 Kč. **Návratnost** těchto nákladů, pokud by se počítala úspora pouze na pracovišti Kontaktování Au drátem, je tedy necelých **20 pracovních dnů**. Pro automatický osazovací stroj Amadyne úsporu kvůli velkému počtu těžko postižitelných vlivů nelze vyčíslit.

Po změně uspořádání pracovišť, ale nedošlo jen k finančním úsporám, celý úsek se stal mnohem přehlednější a obsluha jednotlivých strojů a zařízení je snazší a jednodušší. Dokumentaci, jak Čisté prostory vypadaly před přestavbou a po ní lze nalézt v Příloze 1.

3.3.2 MEMS

Náklady na zavedení programu 7S na Elektro výrobě záleží v první řadě na počtu pracovníků, kteří by se mu věnovali. Pomůcky, které pro zavedení potřebují, nejsou nijak finančně náročné, jedná se především o červené kartičky, jejichž cena se pohybuje v řádu

několika desítek Kč. Po aplikaci jednotlivých kroků programu 7S na tomto úseku výroby, by společnost BD Sensors s.r.o. mohla očekávat následující přínosy:

- odstranění multiplikace potřebných pomůcek,
- odstranění nepotřebných předmětů z pracoviště,
- zpřehlednění pracoviště,
- eliminace času potřebného k hledání nástrojů, a tím zvýšení produktivity pracovníků,
- zvýšení ergonomičnosti pracoviště (např.: panelem s nástroji),
- uživatelsky příjemnější a bezpečnější pracoviště,
- čistější pracoviště, atd.

Přesunutím pece pro teplotní stárnutí elektroniky by došlo ke zkrácení materiálového toku na úseku MEMS o cca 13,6 m a zároveň by mohla místnost, kde se pec nachází nyní najít jiné využití. Náklady na přesun pece představují především čas údržbářů, který by na přesun potřebovali. K přesunu nejsou třeba žádné stavební zásahy.

ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo vyjít z teoretických poznatků a na základě analýzy současného stavu navrhnout s použitím vybraných metod průmyslového inženýrství řešení pro zefektivnění výrobního procesu tlakových senzorů typu DSP 410 a DSP 412.

V teoretické části práce jsem představila základní pojmy z oblasti průmyslového inženýrství a nastínila metody, které se používají ke zlepšování procesů a odstraňování plýtvání. Následně jsem se zabývala analýzou současného stavu, identifikovala jsem úzká místa, určila klíčová pracoviště a zmapovala výrobní procesy, prostory i podmínky, za kterých výroba probíhá. Na základě výsledků z analytické části jsem navrhla možná řešení k odstranění plýtvání a zvýšení efektivity daného výrobního procesu.

Společnost BD Sensors s.r.o. již realizovala některá z mých řešení navržených v této diplomové práci. Na základě změřených výsledků skutečně došlo k zefektivnění výrobního procesu a odstranění plýtvání časem i lidskými zdroji. Podnik tak již teď ušetří přibližně 43 000 Kč ročně.

Jsem velmi ráda, že jsem ve své diplomové práci mohla řešit reálné problémy, se kterými se skutečná společnost v dnešní době potýká a že mé návrhy se opravdu použily. Nezůstalo tak pouze u teoretické práce, jejíž návrhy se realizace nikdy nedočkají.

Společnosti BD Sensors s.r.o. bych dále doporučila zaměřit se především na zavedení programu 5 – 7S na úseku MEMS. Tímto dojde k eliminaci nepotřebných předmětů na pracovištích, zabrání se multiplikaci používaných nástrojů a tím se sníží náklady na provoz podniku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. 1. vyd. SC, c2009. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [2] Analýza a měření práce. *API*. [online]. 2012 [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68397.analyza-a-mereni-prace/>
- [3] Analýza a měření práce. *Svět produktivity* [online]. 2012 [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Analyza-a-mereni-prace.htm>
- [4] BAUER, Miroslav. *Kaizen: Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [5] FREHR, Hans Ulrich. *Total quality management: zlepšení kvality podnikání: příručka vedoucích sil*. 1. vyd. Brno: Unis, 1995, xii, 258 s. ISBN 34-461-7135-5.
- [6] FUJIMOTO, Takahiro. *The evolution of a manufacturing system at Toyota: a framework for materials managers*. New York: Oxford University Press, 1999, x, 380 s. ISBN 01-951-2320-4.
- [7] GEORGE, Michael L. *Co je Lean Six Sigma?*. 1. vyd. Brno: SC, c2005, 94 s. ISBN 80-239-5172-6.
- [8] CHASE, Richard B a Nicholas J AQUILANO. *Production and operations management: manufacturing and services*. 7th ed. Chicago: Irwin, c1995, xxi, 853 s. ISBN 02-561-4023-5.
- [9] Kaizen. *ManagementMania.com* [online]. 2013, č. 1 [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/kaizen>
- [10] KERBER, Bill. *Lean supply chain management essentials: a framework for materials managers*. Boca Raton, [Fla.]: CRC Press, 2011, xv, 258 s. ;. ISBN 978-14398-4082-5.
- [11] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, s.r.o., 2006. ISBN 80-868-5138-9.

- [12] KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Vyd. 1. Překlad Kateřina Janošková. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.
- [13] KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta. *Efektivní výroba*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 344 s. ISBN 978-80-251-2524-3.
- [14] LACEK, Mikuláš. *Terminologie hospodářské teorie a praxe: výklad vybraných pojmů s anglickými a německými ekvivalenty*. Vyd. 1. Bělá pod Bezdězem: Nakladatelství Máchova kraje, 2002, 927 s. ISBN 80-901-7309-8.
- [15] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.
- [16] MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství s.r.o., 2003. ISBN 80-902235-9-1.
- [17] Metoda 5S: základní kámen štíhlé výroby. *API* [online]. 2009 [cit. 2014-11-10]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/69253.metoda-5s-8211-zakladni-kamen-stihle-vyroby/>
- [18] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [19] Poka-yoke: odolnost vůči chybám. *Process Quality Management* [online]. 2013 [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: <http://www.pqm.cz/nvcss/pyokecs.html>
- [20] RASTOGI, M. *Production and operation management*. Bangalore: University science press, v, 168 s. ISBN 978-93-80386-81-2.
- [21] SOUČEK, Zdeněk. *Firma 21. století: (předstihněme nejlepší!!!)*. 2. vyd. Praha: Professional Publishing, 2010, 258 s. ISBN 978-807-4310-072.
- [22] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

- [23] TOMEK, Gustav. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [24] TOMEK, Gustav. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000, 408 s. ISBN 80-716-9955-1.
- [25] 5S, 6S, nebo dokonce 7S. *Svět produktivity* [online]. 2014 [cit. 2015-01-21]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/>
- [26] Příběh firmy BD Sensors. *Odborné časopisy* [online]. 2015, č. 1 [cit. 2015-01-22]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=42704
- [27] *BD SENSORS: tlakoměrná technika* [online]. 2015. [cit. 2015-01-22]. Dostupné z: <http://www.bdsensors.cz/>
- [28] Veřejný rejstřík a Sbírka listin. *Justice* [online]. 2015 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=716702&typ=UPLNY>
- [29] BD SENSORS. *Podnikové podklady*. Buchlovice: BD Sensors, 2014.
- [30] BD SENSORS. *Hlavní odběratelé výrobků*. Buchlovice: BD Sensors, 2015.
- [31] 5S. *API* [online]. 2012 [cit. 2015-02-05]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68391.5s/>
- [32] *P-SOURCE: pressure measurement* [online]. 2015. [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.p-source.ch/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Psychologické a fyzikální vlivy na produktivitu.....	14
Obrázek 2: Spojení principů lean, six sigma a TOC.....	25
Obrázek 3: Pravidla Lean Six Sigma.....	28
Obrázek 4: Sídlo společnosti v Buchlovicích	34
Obrázek 5: Organizační struktura společnosti BD Sensors s.r.o.	35
Obrázek 6: DSP 410K.....	39
Obrázek 7: DSP 412K.....	40
Obrázek 8: Popis pracovišť na úseku Čisté prostory	40
Obrázek 9: Nepoužívané zařízení.....	43
Obrázek 10: Spaghetti diagram materiálového toku DSP 410	45
Obrázek 11: Spaghetti diagram materiálového toku DSP 412	46
Obrázek 12: Schematický diagram rozsvěcování.....	47
Obrázek 13: Popis pracovišť na MEMSu	49
Obrázek 14: Spaghetti diagram materiálového toku DSP 410 a DSP 412 na MEMSu	50
Obrázek 15: Bedýnky na MEMSu.....	51
Obrázek 16: Stoly na pracovišti měření.....	52
Obrázek 17: Návrh 1: Materiálový tok DSP 410.....	55
Obrázek 18: Návrh 1: Materiálový tok DSP 412.....	55
Obrázek 19: Návrh 2: Materiálový tok DSP 410.....	57
Obrázek 20: Návrh 2: Materiálový tok DSP 412.....	57
Obrázek 21: Návrh plakátu k zavádění 7S na úseku MEMS.....	59
Obrázek 22: Návrh zónového označení na pracovišti měření	60
Obrázek 23: Vizualní řízení na úseku na MEMS	61
Obrázek 24: Návrh přesunutí pece na teplotní stárnutí.....	62

SEZNAM GRAFŮ A TABULEK

Graf 1: Typy činností v podniku.....	18
Graf 2: : Podíl časů na výrobě DSP 410 v Čistých prostorech	41

Graf 3: : Podíl časů na výrobě DSP 412 v Čistých prostorách	42
Tabulka 1: Co je to 5S?.....	21
Tabulka 2: Výrobní postup DSP 410	38
Tabulka 3: Výrobní postup DSP 412	39
Tabulka 4: Záznam z měření na pracovišti Amadyne	44
Tabulka 5: Výsledky měření z pracoviště Automatické kontaktování Au	48
Tabulka 6: Srovnání hodnot „před a po“	63

SEZNAM ZKRATEK

AKL	Akreditovaná kalibrační laboratoř
AMS	Akreditované metrologické středisko
API	Akademie produktivity a inovací
APICS	Advancing Productivity, Innovation, and Competitive Success
JIT	Just in time
MEMS	část Elektro výroby
OTED	One Touch Exchange of Dies
PD1	deska elektroniky
PDCA	Plan – Do – Check – Act
PI	Průmyslové inženýrství
QCD	Quality, Cost, Delivery
SMED	Single Minute Exchange of Dies
TOC	Teorie omezení

TQM Total Quality Management

VaV Výzkum a Vývoj

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Čisté prostory před přestavbou a po ní.....72

Příloha 1: Čisté prostory před přestavbou a po ní



Obrázek 1: Čisté prostory před přestavbou (Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 2: Čisté prostory po přestavbě (Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 3: Čisté prostory před přestavbou (Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 4: Čisté prostory po přestavbě (Zdroj: vlastní zpracování)