

Projekt budování nového pracoviště pomocí nástrojů průmyslového inženýrství

Bc. Radomír Číp

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radomír Číp**
Osobní číslo: **M110398**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Projekt budování nového pracoviště pomocí nástrojů průmyslového inženýrství**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši a formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické a projektové části.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu výrobního procesu na středisku řezání ve společnosti ON Semiconductor.
- Zpracujte projekt vybudování nového pracoviště leptání a úpravy okraje s využitím nástrojů průmyslového inženýrství.
- Zpracujte projekt nového uspořádání pracoviště leptání a úpravy okraje s využitím nástrojů průmyslového inženýrství.
- Ekonomicky zhodnoťte navržené projektové řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIÁK, Ján; FROLÍK, Zbyněk. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vydání. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9. MAŠÍN, Ivan. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

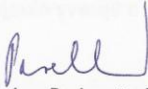
MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

VYTLAČIL, Milan; MAŠÍN, Ivan. Dynamické zlepšování procesů : Programy a metody pro eliminaci plýtvání. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 80-902235-3-2.

LIKER, Jeffrey K. The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest anufacturer. New York: McGraw-Hill, 2004. 330 s. ISBN 0071392319.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Denisa Ferenčíková**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **21. června 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **12. srpna 2013**

Ve Zlíně dne 21. června 2013


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² 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, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³ 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, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 12.8.2013



⁴ 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, § 60 Školní dílo:

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédá k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Hlavním cílem této diplomové práce je aplikace metod průmyslového inženýrství při budování nového pracoviště. Teoretická část objasňuje základní pojmy související s výrobou, projektovým řízením, produktivitou a průmyslovým inženýrstvím. Na základě další, analytické části, jsou vypracovány závěry z analýzy současného stavu a vypracován projekt. Následuje popis postupu práce a metod průmyslového inženýrství použitých k řešení – layout pracoviště, zavedení metody 5S a vizualizace. Závěr práce se zabývá zhodnocením projektu.

Klíčová slova: layout, 5S, vizualizace, průmyslové inženýrství, výrobní program, materiálový tok

ABSTRACT

The main objective of this thesis is the application of industrial engineering methods in building a new workplace. The theoretical part explains the basic concepts associated with the production, project management, productivity and industrial engineering. Based on the analytical part, there are conclusions drawn from the analysis of the current situation on which is the project developed. Next follows a description of workflow and industrial engineering methods used for resolution – workplace layout, 5S implementation methods and visualization. The conclusion of thesis deals with the evaluation of the project.

Keywords: layout, 5S, visualization, industrial engineering, manufacturing program, material flow

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí této diplomové práce paní Ing. Denise Ferenčíkové za vynikající spolupráci. Její připomínky, nápady a ochota vedly k vypracování této práce.

Dále bych rád poděkoval managementu ON Semiconductor za svolení k vypracování této práce a neposlední řadě bych chtěl poděkovat za podporu mé rodině a přítelkyni.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 VÝROBNÍ PROGRAM	13
1.1 DRUHY VÝROBNÍCH PROCESŮ	13
1.1.1 PODLE CHARAKTERU VÝROBNÍCH SLOŽEK.....	14
1.1.2 PODLE VZTAHU K VÝROBKU	14
1.1.3 PODLE STUPNĚ MECHANIZACE	15
1.2 TYPY VÝROB	15
1.2.1 ČLENĚNÍ PODLE DRUHŮ A MNOŽSTVÍ VÝROBKŮ.....	15
1.2.2 ČLENĚNÍ PODLE PLYNULOSTI VÝROBNÍHO PROCESU	16
2 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	17
2.1 CÍLE PROJEKTU	17
2.2 FÁZE PROJEKTU	17
2.3 VYBRANÉ METODY PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ	19
2.3.1 LOGICKÝ RÁMEC	19
2.3.2 HIERARCHICKÝ ROZKLAD ČINNOSTÍ (WBS)	21
2.3.3 METODA GANTTOVÝCH DIAGRAMŮ.....	21
2.3.4 RIZIKOVÁ ANALÝZA	22
2.3.5 BOD ZVRATU	23
3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	26
3.1 HISTORIE PI	26
3.2 DEFINICE PI	27
3.3 DĚLENÍ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	27
3.3.1 KLASICKÉ METODY	28
3.3.2 MODERNÍ METODY	28
3.4 PRODUKTIVITA	29
3.5 EFEKTIVITA VÝROBY	31
3.5.1 OEE	32
3.6 VYMEZENÍ TAKTŮ	33

3.6.1 ZÁKAZNICKÝ TAKT	33
3.6.2 PLÁNOVANÝ TAKT	33
3.6.3 VÝROBNÍ TAKT	34
4 LAYOUT.....	35
4.1 TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	36
4.2 PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	36
4.2.1 HNÍZDOVÉ USPOŘÁDÁNÍ	37
4.2.2 LINKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	37
4.3 ZÁSADY PRO ROZMISŤOVÁNÍ STROJŮ	38
5 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	39
5.1 5S.....	39
5.1.1 UTRÍDIT	39
5.1.2 USPOŘÁDAT.....	40
5.1.3 UDRŽOVAT V ČISTOTĚ	41
5.1.4 URČIT PRAVIDLA	41
5.1.5 UPEVŇOVAT	41
5.2 VIZUALIZACE.....	42
5.2.1 PROSTŘEDKY VIZUALIZACE	43
5.3 SANKEYŮV DIAGRAM.....	44
II PRAKTICKÁ ČÁST	45
6 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI ON SEMICONDUCTOR.....	46
6.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI.....	46
6.2 VÝROBNÍ PROGRAM	47
7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	49
7.1 KAPACITA LINKY A ORGANIZACE PRÁCE.....	49
7.2 VÝROBNÍ PROCES VÝROBY KŘEMÍKOVÝCH DESEK	49
7.2.1 PRODUKTIVITA PRÁCE	50
7.2.2 VYTÍŽENOST KAPACIT.....	51
7.3 AKTUÁLNÍ POPTÁVKA	52
8 ZÁVĚR Z ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU A VÝCHODISKA PROJEKTOVÉ ČÁSTI	53
8.1 PLÁN NAVÝŠENÍ KAPACIT.....	53
8.2 BOD ZVRATU	55
9 LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU	57
9.1 ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	59

10	PROJEKT VYBUDOVÁNÍ NOVÉHO PRACOVIŠTĚ	60
10.1	VÝBĚR VHODNÝCH TECHNOLOGIÍ A ZAŘÍZENÍ	60
10.1.1	VYTIPOVÁNÍ VHODNÝCH ZAŘÍZENÍ	61
10.2	VÝBĚR UMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ	62
10.2.1	VÝPOČET POTŘEBNÉ PLOCHY	63
10.2.2	TECHNICKÁ OMEZENÍ PROSTORU	64
10.2.3	POŽADAVKY NA INŽENÝRSKÉ SÍTĚ	65
10.3	TVORBA LAYOUTU PRACOVIŠTĚ	65
10.3.1	PRVNÍ FÁZE	65
10.3.2	DRUHÁ FÁZE	67
10.3.3	TŘETÍ FÁZE	68
10.3.4	ČTVRTÁ FÁZE	69
11	OPTIMALIZACE	72
11.1	SANKEYŮV DIAGRAM	72
11.2	5S (5U)	73
11.2.1	UTŘÍDIT	74
11.2.2	USPOŘÁDAT	74
11.2.3	UDRŽOVAT	76
11.2.4	URČIT PRAVIDLA	76
11.2.5	UPEVNĚOVAT	76
11.3	KAPACITNÍ PROPOČTY	77
12	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	79
12.1	NÁVRATNOST INVESTICE	79
12.2	PRODUKTIVITA PRÁCE	81
12.3	RIZIKA PROJEKTU	81
12.3.1	VARIANTY VÝVOJE PROJEKTU	84
12.4	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	85
	ZÁVĚR	86
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	87
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	90
	SEZNAM OBRÁZKŮ	91
	SEZNAM TABULEK	92
	SEZNAM GRAFŮ	93
	SEZNAM PŘÍLOH	94

ÚVOD

V současném globálním prostředí každý podnik hledá cesty jak fungovat lépe, výkonněji, efektivněji tak, aby stále zlepšoval svou pozici na trhu. Drtivá většina podniků si již uvědomila, že vyšší konkurenceschopnost jim zajistí pouze neustálé zlepšování. Na trhu budou nejžádanější produkty firem, které dokážou vyrábět pružněji, levněji a kvalitněji než ostatní. Systematický přístup k řešení těchto problémů přináší průmyslové inženýrství. Mnohdy za cenu minimálních nákladů dokáže podstatně zvýšit produktivitu výrobních procesů a zajistit tak potřebnou konkurenční výhodu.

Společnost ON Semiconductor je předním výrobcem polovodičových součástek. Současná vysoká poptávka po jejích produktech, zvláště pak po leštěných křemíkových deskách, nutí k zamyšlení, jak dosáhnout co nejvyšší spokojenosti zákazníka. Rožnovská společnost dodává své produkty dalším částem koncernu ON Semiconductor, ale vzhledem k neschopnosti dodávat požadované množství, jsou její zákazníci nuceni nakupovat u konkurence, což zvyšuje jejich náklady. Tato diplomová práce se zaměří na aplikaci metod průmyslového inženýrství při rozvoji výrobních kapacit společnosti.

Jako hlavní předmět zájmu této práce slouží část rožnovské společnosti zabývající se výrobou křemíkových desek, které slouží jako vstupní materiál pro výrobu integrovaných obvodů. Pro optimalizaci pomocí metod PI bylo vybráno pracoviště leptání a úpravy okraje.

V první části práce budou zpracována teoretická východiska pro zpracování analytické části. Bude provedena analýza současného stavu a budou zpracovány výsledky, na jejichž základě budou určeny cíle projektu a vybrány vhodné metody pro jejich naplnění. Proces samotné realizace projektu pomocí metod průmyslového inženýrství bude popsán v projektové části. Na závěr bude zhodnocena úspěšnost projektu, jeho finanční stránka a nastíněny možnosti dalšího rozvoje v oblasti růstu produktivity.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ PROGRAM

Výrobu lze definovat jako „přeměnu zdrojů, vstupujících do výrobního systému a směřující k tvorbě hmotných statků nebo služeb“. (Tuček a Bobák 2006, s.12)

Další definice vidí proces jako soubor činností, který vyžaduje jeden nebo více druhů vstupů a tvoří výstup, který přináší hodnotu pro zákazníka. (Hammer a Champy, 2000)

Za zdroje zmíněné v této definici lze považovat výrobní faktory:

- Přírodní zdroje
- Práce
- Kapitál
- Informace
- Technologie

Realizátorem výroby je výrobní systém. „Výrobním systémem rozumíme soubor vybraných technik průmyslového inženýrství, nástrojů managementu a metod „štíhlé výroby“, které podporují dosažení podnikatelských cílů firmy.“ (Tuček a Bobák 2006, s.12)

Současné tržní prostředí je řízeno požadavky zákazníka, z toho je také odvozován výrobní program firem. Tím se rozumí sortimentní skladba v čase, tedy co se má v určitém období vyrábět. Výrobní program většiny podniků není stálý, ale dynamicky se vyvíjí. Pružnost reakce výrobních společností na preference zákazníků je bezesporu jednou z konkurenčních výhod. Všechny výrobní programy podléhají plánování a z časového hlediska se tedy dělí na dlouhodobé, střednědobé a krátkodobé.

Dlouhodobé plány výrobního programu zahrnují strategické výhledy do budoucna. Zabývají se změnami výrobních kapacit, technologických postupů, analýzou počtu pracovníků a obvykle jsou spojeny s velkými investicemi. Naopak krátkodobé a střednědobé plánování vychází z aktuálních možností, ať už kapacitních, technologických či personálních.

1.1 Druhy výrobních procesů

Výrobní proces se člení z různých hledisek. V literatuře se nejčastěji setkáváme s členěním podle charakteru výrobních složek, vztahu k výrobku, a stupně mechanizace.

1.1.1 Podle charakteru výrobních složek

Podle charakteru výrobních složek se výrobní procesy dělí na:

- **Pracovní** – jeho charakteristickým znakem je přímé vynakládání lidské práce.
- **Technologický** – v závislosti na automatizaci v technologickém procesu působí člověk na výrobek prostřednictvím stroje, při plné automatizaci je lidský faktor z těchto procesů naprosto vyloučen. Technologický postup je přesně definovaným sledem výrobních procesů.
- **Přírodní** – přírodní procesy probíhají bez přímé účasti člověka, například zrání, kvašení, schnutí.
- **Kontrolní** – kontrolní proces nepřidává výrobku žádnou hodnotu, slouží pouze jako nástroj pro odhalování nedokonalostí předcházejících procesů.
- **Manipulační** – proces, při kterém dochází ke změně polohy výrobku bez vlivu na jeho vlastnosti. Můžeme zde zahrnout přepravu, skladování, vážení, balení, počítání apod.
- **Udržovací** – snaží se zachovat původní stav zařízení, přípravků, nástrojů, ale můžeme zde také zahrnout modernizaci. Cílem je vytvořit stabilní podmínky výroby.
- **Řídící** – plánování, organizování, koordinace, koučing. Základní funkcí těchto procesů je regulace ostatních procesů tak, aby byly naplněny cíle podniku. (Němec, 1998)

1.1.2 Podle vztahu k výrobku

- **Základní procesy** – jsou charakteristické tím, že se dotýkají samotného výrobku. Dále jsou děleny na procesy:
 - Předzhotovující – zahrnují přípravu procesu výroby, případně přípravu surovin pro vlastní výrobní proces
 - Zhotovovující – dávají výrobku konečnou podobu, patří sem výroba polotovarů a různých součástí výrobků, ale také jejich kompletace.
 - Dohotovující – patří sem různé nátěry, povrchové úpravy apod.

- **Pomocné procesy** – zabezpečují po technické stránce výrobní procesy. Například zde patří dodávky energií, údržba zařízení, logistika atd.
- **Obslužné procesy** – do obslužných procesů patří například personální činnosti, zpracování mezd, požární ochrana atd. (Svozilová, 2011)

1.1.3 Podle stupně mechanizace

- **Ruční procesy** – přímá účast člověka na výrobě, kde člověk na výrobek působí vlastní silou.
- **Mechanizované procesy** – probíhají na strojích s různou úrovní zapojení lidské práce.
- **Automatizované procesy** – se vyznačují nízkou až nulovou přímou účastí člověka. Práce člověka se tak přesouvá do oblasti obslužných procesů.
- **Aparaturní procesy** – proces, který probíhá v aparaturách. Typický je pro chemický průmysl. (Němec, 1998)

1.2 Typy výrob

Typy výrob se nejčastěji dělí podle různorodosti produkce a podle její plynulosti.

1.2.1 Členění podle druhů a množství výrobků

- **Kusová výroba** – typickým představitelem je výroba na zakázku, která se vyrábí po jednom nebo jen několika málo kusech. Taková výroba bývá zpravidla vybavena co nejuniverzálnějším náradím a strojovým vybavením, protože technologické postupy jsou zhuštěny tak, aby jedno zařízení umožnilo udělat co nejvíce úkonů. Využití těchto zařízení bývá poměrně nízké vzhledem k nutnosti častého nastavování a seřizování strojů. Kusová výroba vyžaduje vysokou odbornost pracovních sil.
- **Sériová výroba** – je charakteristická zpracováním výrobních dávek. Zpracovává se užší sortiment výrobků, opakovaně a ve větším množství. Podle velikosti výrobních sérií se dělí na malosériovou, středněsériovou a velkosériovou. Malosériová výroba je velice blízká výrobě kusové, naopak

velkosériová je velmi podobná výrobě hromadné. Stroje v sériové výrobě se mohou již předmětně uspořádat do linek. Požadavky na kvalifikaci pracovníků jsou nižší než u výroby kusové.

- **Hromadná výroba** – spočívá ve výrobě velkého množství stejných nebo jen velmi málo odlišných výrobků. Typickým představitelem je výroba automobilů, jsou zde vyráběny stejné výrobky s různými odchylkami v podobě výbavy či barvy. Je složena z velkého množství stále se opakujících činností, které se opakují po dlouhou dobu. Jde o nejefektivnější výrobu z hlediska nákladů na jeden výrobek, ale s vysokou vstupní investicí. Stroje jsou uspořádány v lince, která potřebuje při změně vyráběného zboží náročnou přestavbu. Výrobní linka je tedy jednoúčelová. Klade minimální nároky na kvalifikaci zaměstnanců s výjimkou pracovníků údržby, technologie apod. (Keřkovský, 2001)

1.2.2 Členění podle plynulosti výrobního procesu

- **Plynulá výroba** – zajišťuje maximální využitost strojů. Plynulá výroba je zaváděna z důvodu technologických nebo ekonomických. Existuje skupina výrobních procesů, které lze přerušit pouze za cenu vysokých nákladů. Plynulá výroba je většinou spojena s vysokým stupněm automatizace procesů.
- **Přerušovaná výroba** – k přerušování výrobního procesu v tomto typu výroby dochází bez větších nákladů většinou z netechnologických důvodů. Přerušovaná výroba bývá obvykle složitější než výroba plynulá vzhledem k různorodosti operací a vysokému počtu druhů výrobků. (Tuček a Bobák, 2006)

2 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Podstatu projektového řízení nejlépe vystihuje definice od Chvalovského (2005), který říká, že projektové řízení je „*formální proces identifikace, koordinace a průběžného nasazení lidských a jiných zdrojů s cílem dosažení projektových cílů podle časového rozvrhu, při dodržení stanovených nákladů a kvalitativních požadavků.*“

Projekt jako objekt zájmu projektového řízení se dá definovat jako „*jakýkoliv dočasný, organizovaný program prací, v rámci něhož se vytváří jedinečný produkt, služba, proces nebo plán.*“ (Martin a Tate, 2005)

2.1 Cíle projektu

V definici projektového řízení se hovoří o projektových cílech. Každý projekt bude mít cíle jedinečné, ale obecné znaky mají tyto cíle shodné. Cíle by měly být SMART, tedy:

S – Specifické

M – Měřitelné

A – Akceptovatelné

R – Reálné

T – Termínované, neboli časově vymezené

Přesná definice cílů podle této metodiky nám umožní přesnou identifikaci potřeb pro projekt, ať už materiálních, tak i personálních.

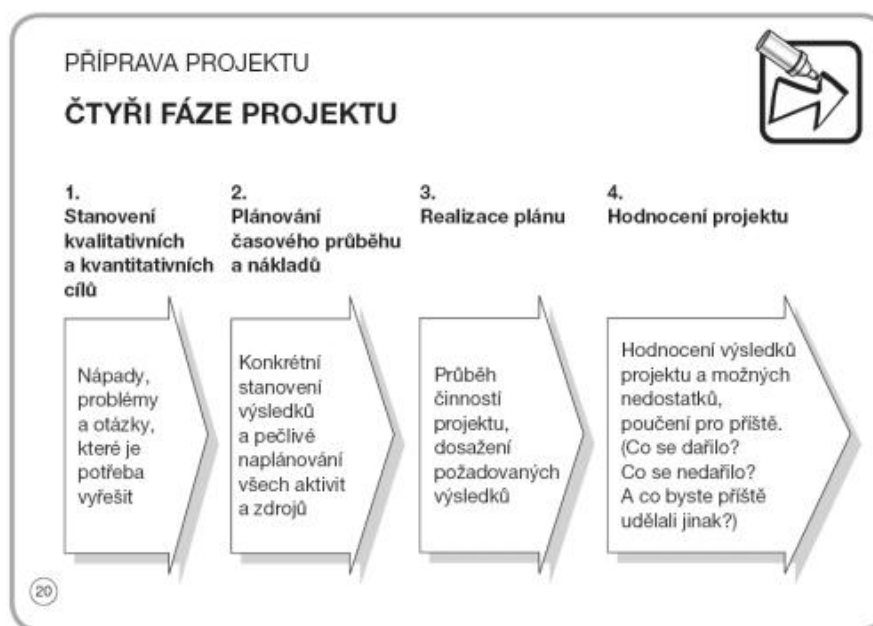
2.2 Fáze projektu

Personálně je projektové řízení spojováno s funkcí projektového manažera, který má za úkol koordinaci projektu od jeho počátku až po konec. Každý projekt má svůj životní cyklus, jehož dílčí fáze jsou:

- 1. Zahájení projektu** – týká se především určení cílů projektu a to jak kvantitativních, tak kvalitativních. Součástí je zhodnocení přínosů projektu, zhodnocení dopadů na okolí podniku včetně environmentálních aspektů, zhodnocení potencionálních hrozeb a rizik. V této fázi se rozhoduje, jestli je projekt

vůbec proveditelný. Nejčastěji se v této fázi využívá SWOT analýza, SLEPT analýza, analýza bodu zvratu, strom cílů, metoda logického rámce, analýza rizik.

- 2. Plánování projektu** - je tvořeno tvorbou časového harmonogramu projektu. Časový harmonogram je uspořádání dílčích činností spojených s realizací projektu do logického sledu spojené s časovým vymezením. Součástí plánování je také výběr technologií a technických řešení vedoucí k naplnění cílů projektu. Důležitým kritériem je také finanční hledisko projektu, ve fázi plánování je tak vytvořen rozpočet i plán postupného uvolňování finančních prostředků po čas implementace projektu. V této fázi je také budován projektový tým. Nejčastěji jsou využívány analýzy hierarchického rozkladu činností (WBS – Work Breakdown Structure), metody síťového grafu a metody Ganttových diagramů.
- 3. Realizace projektu** – vychází z plánu projektu a jde o jeho praktické provedení. V průběhu implementace projektu jsou realizovány jednotlivé činnosti v souladu s vytvořeným harmonogramem a průběžně identifikovány odchylky od plánu. V průběhu implementace je projektový tým zaměstnán koordinací probíhajících činností a odstraňováním aktuálních problémů. V této fázi se doporučuje použít metody brainstormingu, metody strukturovaných porad či koučingu.
- 4. Dokončení projektu** – je spojeno s především se zpětným porovnáním definice projektu a jeho skutečného stavu po realizaci. Vyhodnocení projektu probíhá v mnoha úrovních, především jde o finanční zhodnocení projektu, ale také o dodržení technologických postupů, harmonogramu prací, úrovně provedení stavebních a jiných prací. Po vypořádání všech závazků firmy vůči subjektům účastnících se projektu může být projekt prohlášen za ukončený. Nejčastěji je skutečnost hodnocena dle předem vytvořených analýz v průběhu plánování projektu. (Chvalovský, 2005)



Obr. 1. Fáze přípravy projektu (Poster a Applegarth, 2006)

2.3 Vybrané metody projektového řízení

Jednotlivé fáze projektu vyžadují různé metody pro jejich kvalitní a správné zpracování. Výběr správných metod přispívá nejen k efektivnosti celého projektu, ale také k jeho přehlednosti a jednoduché kontrole naplňování dílčích cílů.

2.3.1 Logický rámeček

Metoda logického rámce neboli Logical Framework Method je tvořena v předprojektové fázi v rámci definice projektu.

Jde o metodu primárně zaměřenou na definování cílů a způsobu jejich měření. Nejčastěji tento logický rámeček vytváří manažer projektu, který si tak vytváří zároveň nástroj pro ověření úspěšnosti projektu v průběhu realizace i po jeho dokončení.

Metoda logického rámce se provádí v několika krocích:

1. Stanovení účelu projektu
2. Stanovení výstupů projektu pro dosažení účelu
3. Stanovení skupiny klíčových činností pro dosažení každého z výstupů
4. Stanovení cíle či cílů

5. Ověření dodržení vertikální logiky
6. Stanovení požadovaných předpokladů na každé úrovni
7. Stanovení objektivně ověřitelných ukazatelů na úrovních účelu, výstupů, cílů
8. Stanovení prostředků ověření
9. Určení nákladů na provedení činností – rozpočet na realizaci
10. Provedení kontrolního testu návrhu projektu podle kontrolního seznamu otázek
11. Přehodnocení návrhu projektu z hlediska zkušenosti s podobnými projekty (Doležal, Máchal a Lacko, 2009).

Logický rámec je také často používán u příležitosti žádosti o podporu projektů z různých investičních fondů. Jeho největší výhodou je přehlednost cílů a také jasně definované měření jejich naplnění. Skládá se ze čtyř sloupců, které popisují cíle projektu, objektivně ověřitelné ukazatele, prostředky k jejich ověření a předpoklady k jejich naplnění a také vnější hrozby.

Tab. 1. Logický rámec – vzor (LBMS, 2002)

LOGICKÝ RÁMEC

Název projektu:
Projektový tým:

Plánované dokončení:
Zpracováno dne:

Popis projektu	Objektivně ověřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Předpoklady
Záměr projektu: Vyšší cíl projektu. Proč chceme dosáhnout změny? Popis přínosů projektu po realizaci.	Podle čeho poznáme, že jsme přispěli k naplnění daného vyššího cíle projektu.	Zdroje údajů pro ověření ukazatelů na úrovni záměru	Nevyplňuje se ...
Cíl projektu: Čeho chceme projektem dosáhnout, co vytvoříme, v čem spočívá konkrétní změna? Připouští se stanovení pouze jednoho cíle pro daný projekt.	Stav při ukončení projektu. Ukazatele, podle kterých bude hodnocena úspěšnost daného projektu.	Zdroje údajů pro ověření ukazatelů na úrovni cíle.	(Cíl vůči záměru) Které vnější předpoklady zaručují, aby již dosažený cíl mohl přispět ke splnění záměru?
Výstupy To co má být dodáno, co vše musí být vytvořeno v rámci daného projektu, aby byl splněn účel projektu. Projektový tým je přímo odpovědný za dosažení výstupů. Uvádíme 3 až 6 výstupů.	Do daň podmínky. V jakém množství, jakosti a čase je třeba dodat jednotlivé výstupy. Z praktického hlediska zde nevyžadujeme pouhé dodání výstupu, ale především jeho funkčnost a provozuschopnost.	Zdroje pro ověření splnění dodacích podmínek	(Výstupy vůči cíli) Jaké vnější podmínky zaručují (takové, jež nemůžeme nebo nechceme ovlivňovat), aby dosažené výstupy vedly k naplnění cíle?
Klíčové činnosti Hlavní svazky činností, které je třeba vykonat pro dosažení výstupů. Tyto hlavní skupiny činností (max 3-5) představují vlastně strukturu členění prací pro daný projekt.	Vstupy a zdroje: Čeho všeho je třeba pro provedení činností. Velmi stručný přehled materiálu, lidí, času. Toto lze uvést též ve finančním vyjádření - rozpočet. Lze připojit i informaci o zdrojích (instituce, fondy, partneři...).	Hrubý časový rámec klíčových činností	(Činnosti vůči výstupům) Jaké vnější předpoklady zaručují, aby provedené činnosti vedly k dosažení výstupů v plánovaném čase a nákladech?
			(Co musí platit před zahájením projektu) Jaké předběžné podmínky jsou vyžadovány před zahájením projektu?

2.3.2 Hierarchický rozklad činností (WBS)

Úkolem WBS (Work Breakdown Structure) je postupný rozklad cílů na jednotlivé činnosti. Tyto činnosti musí být správně identifikovány a provázány. Činnosti se dělí do několika úrovní. Počet úrovní závisí na složitosti projektu, ale obecně platí pravidlo, že dělení probíhá do té doby, než je možné jim přiřadit personální zodpovědnost, časovou náročnost a termín pro její splnění.

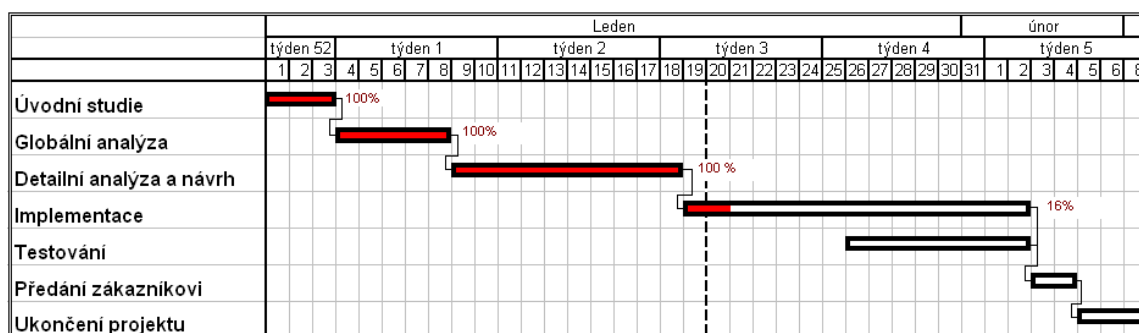
Pro zpracování této metody se využívá buď grafická forma, nebo častěji strukturovaná forma v podobě tabulky. Největší výhodou WBS je přiřazení odpovědnosti za úkol, náklady a časový plán projektu.

2.3.3 Metoda Ganttových diagramů

Metoda Ganttových diagramů je často spojována právě s metodou WBS. Jde o jednoduchý diagram znázorňující logickou návaznost činností a čas potřebný na jejich provedení. Výhodou tohoto diagramu je možnost jeho využití v průběhu projektu a pomocí něj tak sledovat zda projekt postupuje podle předem stanoveného harmonogramu.

Princip diagramu je jednoduchý. Do jednotlivých řádků se seřadí činnosti podle toho, jak by měly na sebe logicky navazovat a u každé činnosti se označí délka jejího trvání a termíny zahájení a ukončení činnosti.

Tab. 2. Ganttův diagram (Wikipedie, 2013)



Podle Postera a Applegartha (2006) však diagram nedokáže zcela vystihnout vzájemné závislosti jednotlivých činností.

2.3.4 Riziková analýza

V souvislosti s projektovým řízením je také vhodné vypracovat analýzu rizik. Jedná se o proces definování rizik, jejich závažnosti a pravděpodobnosti jejich výskytu. (Smejkal a Rais, 2010)

Analýza rizik spočívá v odpovědích na otázky:

1. Jaká rizika se nás dotýkají?

Rizik, která mohou ohrozit plánovaný projekt je vždy mnoho. Do analýzy rizik je vhodné zahrnout pouze ty nejzávažnější z nich. Vychází se ze seznamu hrozeb, tedy všech možných stavů věcí budoucích, které mohou nastat s negativním dopadem.

2. S jakou pravděpodobností nastanou?

Pravděpodobnost výskytu vychází ze seznamu rizik, která jsou seřazena podle jejich závažnosti. Pravděpodobnost je většinou je určována na základě zkušeností managementu nebo analytických odhadů. Určení pravděpodobnosti výskytu rizika je nejčastěji vyjádřeno pomocí stupnice od 1 do 10 od nejméně po nejvíce rizikové nebo procentuálním vyjádřením.

3. Jaký dopad budou mít na projekt?

Závažnost rizika je nejčastěji měřena hodnotou aktiva, které riziko ohrožuje. Na základě posouzení závažnosti rizika jsme schopni určit také jeho konkrétní dopad. Podle závažnosti a pravděpodobnosti, s jakou daná situace nastane, se určí priority pro eliminaci či zmírnění rizika.

4. Jaká opatření můžeme na jejich zmírnění přijmout?

Pokud jsou rizika známa, tak jim lze v určitých případech předcházet. S tím je spojené rozhodování o riziku spjaté s výběrem vhodných protiopatření. Protiopatření se zvažuje na základě finančních zdrojů, lidských zdrojů a na základě jejich proveditelnosti. Riziko pak může být zcela eliminováno, zmírněno nebo přeneseno na jiný subjekt. (Janata, 2008)

2.3.5 Bod zvratu

Investiční projekty se zabývají otázkami typu – kolik budeme muset vyrábět, jaké minimální množství zabezpečí rentabilní výrobu, jaké jsou maximální výrobní náklady na výrobek, aby nebyla jeho výroba ztrátová apod. Na tyto otázky dokáže odpovědět analýza bodu zvratu.

K analýze bodu zvratu je nezbytné dobře poznat výši jednotlivých nákladů. Náklady se obecně dělí na fixní a variabilní.

Fixní náklady nejsou závislé na objemu produkce, ale jsou nutné k zabezpečení chodu podniku. Jsou tedy vynakládány, i když podnik nic nevyrábí. Spadají do nich například náklady spojené technickým provozem budov (osvětlení, vytápění, ochrana objektu atd.), odpisy budov, strojů a zařízení. Z povahy fixních nákladů vyplývá, že je nelze měnit v krátkém období. V souvislosti s výší produkce se používá ukazatel průměrných fixních nákladů, který vztahuje fixní náklady k množství produkce. Podniky se tedy budou vždy snažit udržet průměrné fixní náklady co nejnižší, což v praxi znamená, že budou maximálně vytěžovat své výrobní kapacity. Pokud výroba nebude dosahovat svého maximálního objemu, pak bude podnik vytvářet tzv. volné fixní náklady, které jsou nežádoucí. (Synek et al., 2003)

Variabilní náklady jsou oproti fixním na objemu výroby přímo závislé. Řadí se mezi ně především náklady na mzdy, energie, spotřební materiál, pohonné hmoty, tedy všechny náklady bezprostředně vynaložené na výrobu. Variabilní náklady jsou stále pod dohledem managementu, který vyvíjí tlak na jejich neustálé snižování. Variabilní náklady jsou ovlivnitelné mnoha způsoby. Patří mezi ně například aktivity spojené s nákupem materiálu, aktivity průmyslového inženýrství zvyšující produktivitu práce a také upravování technologických postupů s cílem snížit jejich náročnost na množství vstupů. (Synek et al., 2003)

Samotný výpočet bodu zvratu probíhá podle následujícího vzorce:

$$BZ_Q = \frac{FN}{p - vn} \quad (1)$$

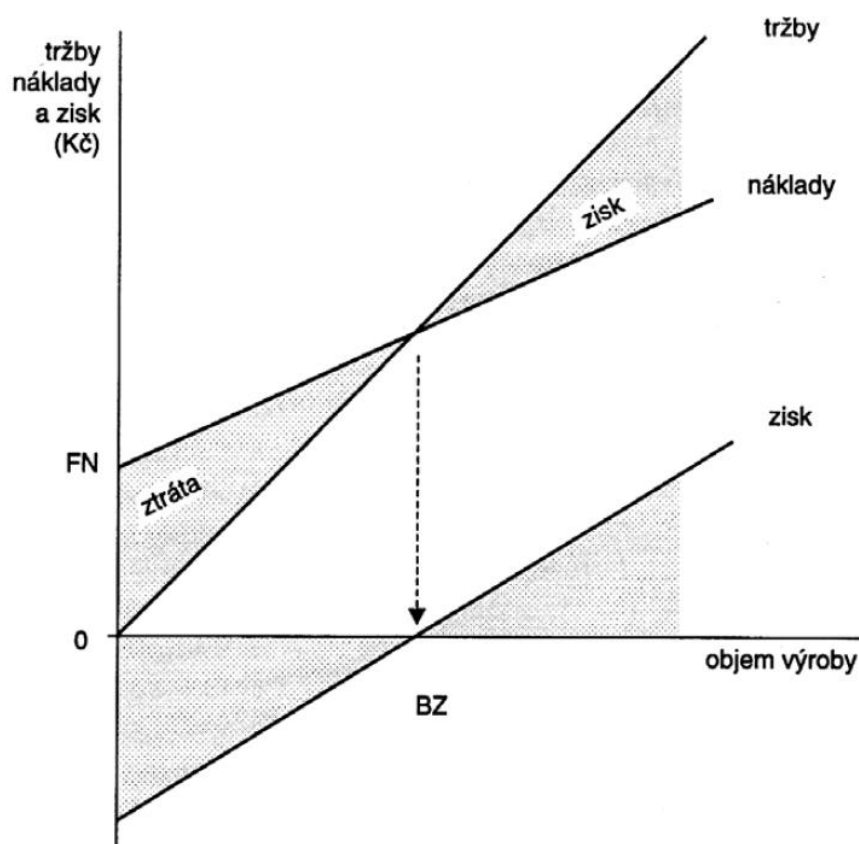
BZ_Q – objem produkce při kterém je dosaženo bodu zvratu

FN – výše fixních nákladů

p – cena za jednotku produkce

vn – variabilní náklady na jednotku produkce

Tento konkrétní vzorec nám pomáhá při rozhodování o kapacitě. Říká nám, kolik jednic produkce musíme vyrobit, abychom pokryli své fixní náklady. Vzorec pochopitelně může být modifikován a následně použit pro výpočet bodu zvratu pro fixní náklady, cenu výrobku a maximální hodnotu variabilních nákladů. Variabilní náklady vzhledem k růstu produkce mohou růst lineárně nebo nelineárně. V nelineárním růstu mohou nastat dvě možné varianty, buď budou variabilní náklady na jednotku produkce s růstem produkce růst, nebo klesat. Následující obrázek ukazuje, jak bude vypadat bod zvratu při proporciónálně rostoucích nákladech.



Graf. 1. Bod zvratu (Synek et al., 2003)

Bod zvratu je konstruován na základě odhadu budoucnosti. Z tohoto faktu se při projektovém řízení musí vycházet. Jelikož neznáme budoucnost, nemůžeme s naprostou jistotou tvrdit, že zkonstruovaný model bude přesně odpovídat skutečnosti. V projektovém řízení se obzvlášť u dlouhodobých projektů mohou předpoklady od reality značně lišit. Nemusí to však automaticky znamenat, že budou horší. Především výše variabilních nákladů je velmi nestálá. Tyto vlivy lze zahrnout do citlivostní analýzy, ve které se

přirazují citlivosti na změnu produkce (poptávky), fixních nákladů, variabilních nákladů a ceny. Výsledkem bodu zvratu se zapracovanou citlivostní analýzou je potom několik variant budoucího vývoje.

3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Současné tržní prostředí klade na společnosti stále větší nároky. Převís nabídky nad poptávkou způsobil posun od trhu výrobce k trhu zákazníka. Uspokojování potřeb zákazníka je tedy podstatou podnikání a zaměření na zákazníka je v současnosti základním znakem úspěšných společností.

Nároky zákazníků prodělaly v posledních letech značný vývoj. Důraz na schopnost pružné reakce na aktuální situaci na trhu se stává významnou konkurenční výhodou. Pod tlakem konkurence se společnosti snaží o neustále snižování nákladů tak, aby dokázali být konkurenceschopné především v porovnání s výrobcí mzdově méně náročných zemí. Dalším znakem současného tržního prostředí jsou stále zvyšující se požadavky na kvalitu. Normy kvality už nepatří do konkurenčních výhod společností, ale jejich aplikace je zákazníky vyžadována. Vysoká kvalita je proto brána jako samozřejmost.

V současnosti společnosti hledají cestu, jak se vypořádat s rostoucími požadavky zákazníků a právě zde zastává významnou roli průmyslové inženýrství a jeho metody.

3.1 Historie PI

Historie průmyslového inženýrství (ve zkratce PI) sahá do roku 1832, kdy Charles Babbage zveřejnil své práce o měření spotřeby času a zdůvodnil výhody opakovaných operací. Mezi jeho následovníky se později zařadili F. W. Taylor a H. Ford. V roce 1948 vznikl americký institut průmyslového inženýrství a do této oblasti vstoupilo i Japonsko zastoupené především S. Shingou, T. Ohnem a K. Ishikawou. S nástupem výpočetní techniky se začínají zkoumat rozsáhlejší systémy v oblastech využití lidského potencialu a motivace pracovníků. (Andrýsek, 2006)

Pravděpodobně nejznámějším představitelem je Fredrick Winslow Taylor, propagátor vědeckého řízení, které vyvinul prostřednictvím empirických metod. Měl významný dopad na průmyslovou revoluci ve Spojených státech, ale i v zahraničí, a je často označován za otce průmyslového inženýrství. Historie PI by nebyla kompletní bez Franka a Lillian Gilbrethových. Ti se zasloužili o vývoj časových a pohybových studií, které znamenaly revoluci v měření spotřeby času. (University of Dayton, 2001)

V České republice se průmyslové inženýrství začíná využívat ve větší míře až po změnách v politickém uspořádání po roce 1989 a otevření ekonomiky zahraničním trhům. Dílčí

metody průmyslového inženýrství byly však využívány i v minulosti. Nejznámějším propagátorem byl T. Baťa, avšak uceleně tento vědní obor se mezi manažery rozšířil o mnoho později. (Vytlačil a Mašín, 1999)

3.2 Definice PI

Průmyslové inženýrství lze podle Amerického institutu průmyslových inženýrů definovat jako „*interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nevyšší 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*“. (Salvendy, 1982)

Mnohem jednodušší definici přináší Mašín (2005), který vidí průmyslové inženýrství jako vědní obor, který hledá „*jak důmyslněji provádět práci*“, zabývá se plýtváním, nepravidelnostmi, iracionalitou a přetěžováním pracovišť. Výsledkem je pak snadnější, rychlejší a levnější výroba vysoce kvalitních produktů a poskytování služeb.

Akademie produktivity a inovací o průmyslovém inženýrství mluví jako o mladém multidisciplinárním oboru, který řeší aktuální potřeby podniků v oblasti moderního průmyslového managementu. Podle ní jde o kombinaci technické znalosti inženýrských oborů s poznatky z podnikového řízení, s jejichž pomocí racionalizuje, optimalizuje a zefektivňuje výrobní i nevýrobní procesy. (API, 2005)

Pojítka všech těchto definic lze nalézt ve slově produktivita. Právě produktivita je jedním z klíčových faktorů úspěchu v dnešním tržním prostředí.

3.3 Dělení průmyslového inženýrství

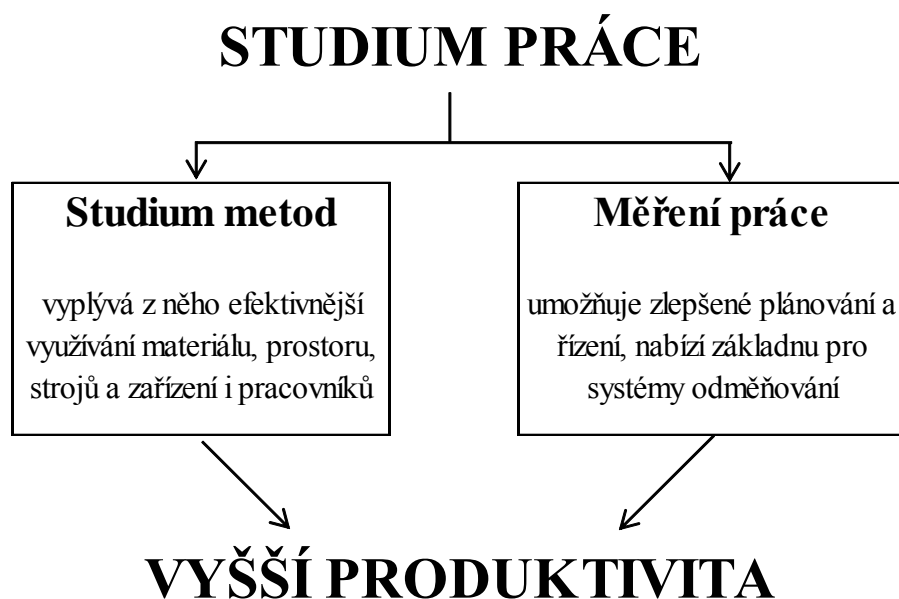
Průmyslové inženýrství lze rozdělit na klasické a moderní. Klasické průmyslové inženýrství si klade za cíl rozvoj především v oblasti exaktních metod, zatímco moderní metody se zaměřují více na nefyzické investice s cílem zvýšit výkonnost podnikových procesů.

3.3.1 Klasické metody

Základní metody klasického průmyslového inženýrství jsou:

- **Studium práce**
- **Operační výzkum**

Studium práce je založeno na optimalizaci využití zdrojů, lidských i materiálních. Má dvě součásti, které, jak znázorňuje následující obrázek, vedou k vyšší produktivitě. Těmito součástmi je studium pracovních metod a měření práce. (Mašín, 2005)



Obr. 2. Klasické metody PI (Mašín, 2005)

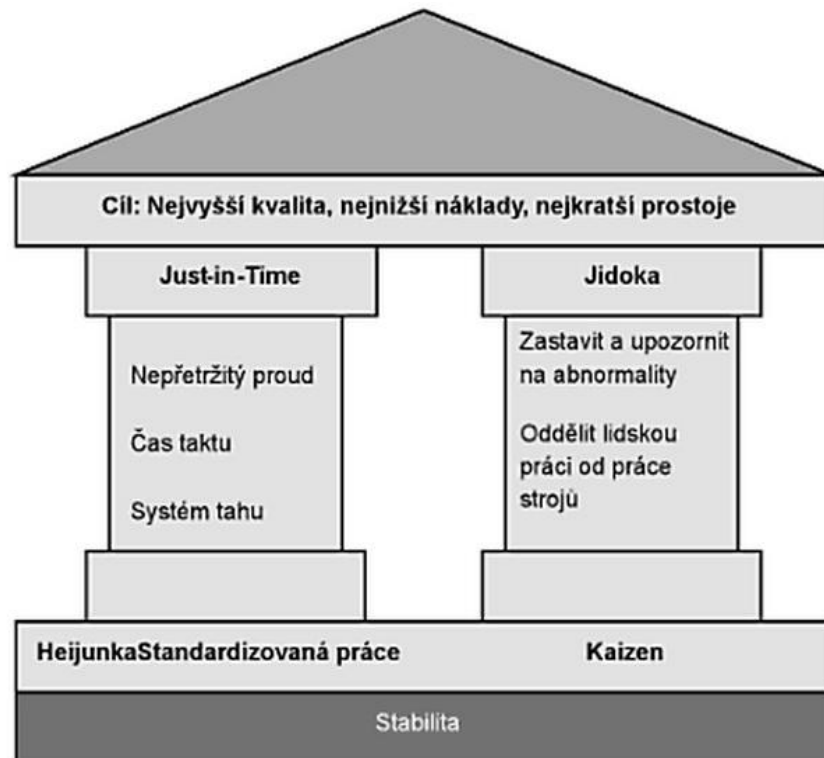
Rozmach moderních metod průmyslového inženýrství je datován na konec 90. let 20. století, kdy se automobilový průmysl začal zajímat o úspěchy japonských výrobců. Představení metod štíhlé výroby, vyvíjených v Japonsku od 50. let způsobilo změnu pohledu na řízení výrobních podniků a nastala éra zeštíhlování.

3.3.2 Moderní metody

Historie vývoje moderních metod průmyslového inženýrství je z velké části spojena s automobilovým průmyslem. Tyto metody jsou především spojeny s automobilkou Toyota, ve které byly jako první praktikovány. Po úspěchu japonských automobilek nastal rozmach těchto metod po celém světě.

Hlavním znakem výrobního systému Toyota je neustálé zlepšování. Jde o nikdy nekončící proces zlepšování jak firemních činností, tak i samotného zaměstnance. V dnešní době vnímáme výrobní systém Toyoty jako etalon štíhlosti. Je založen na dokonalé organizaci práce, vysoké efektivitě procesů a nekompromisní kvalitě. Cílem je tedy vyrobit za co nejnižší cenu produkt nevyšší kvality. (Košturiak, 2005)

Ucelenost výrobního systému Toyoty je jednoznačně jeho největší konkurenční výhodou.



Obr. 3. Výrobní systém Toyoty (Vochozka a Mulač, 2012)

3.4 Produktivita

Průmyslové inženýrství a jeho metody jsou zaměřeny na zvyšování produktivity. Produktivita je veličinou, pomocí které měříme výkonnost podnikových procesů. Produktivitou se tedy podle Mašina a Vytlačila (2000) rozumí „míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů“.

Obecný postup pro výpočet produktivity je podíl výstupu ke vstupu.

$$\text{Pr oduktivita} = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}} \quad (2)$$

Podle Klečky (2007) se produktivita dělí podle:

1. Hodnotového rozměru

- technická produktivita (pouze poměr výstupu ke vstupu vyjádřený v naturálních jednotkách)
- technickoekonomická produktivita (poměr výstupu ke vstupu vyjádřených v naturálních jednotkách v peněžním ocenění)

2. Stupně seskupení

- produktivita mikroekonomická (vztahující se ke konkrétní výrobě či podniku)
- produktivita makroekonomická (zjišťovaná za národní ekonomiku)

3. Komplexnosti používaného vstupu

- produktivita celková (výstup se poměruje všemi výrobní faktory)
- produktivita parciální (vztahující se ke konkrétnímu výrobnímu faktoru práce, kapitál, energie, atd.)

Průmyslové inženýrství si klade za cíl zvyšování produktivity. Produktivitu je tak potřeba měřit pravidelně a také ji pravidelně vyhodnocovat. K vyhodnocení se používá srovnání aktuálního stavu se standardem produktivity. Toto porovnání se vyjadřuje pomocí indexu produktivity, který nám následně říká, jestli se úroveň produktivity snižuje či zvyšuje.

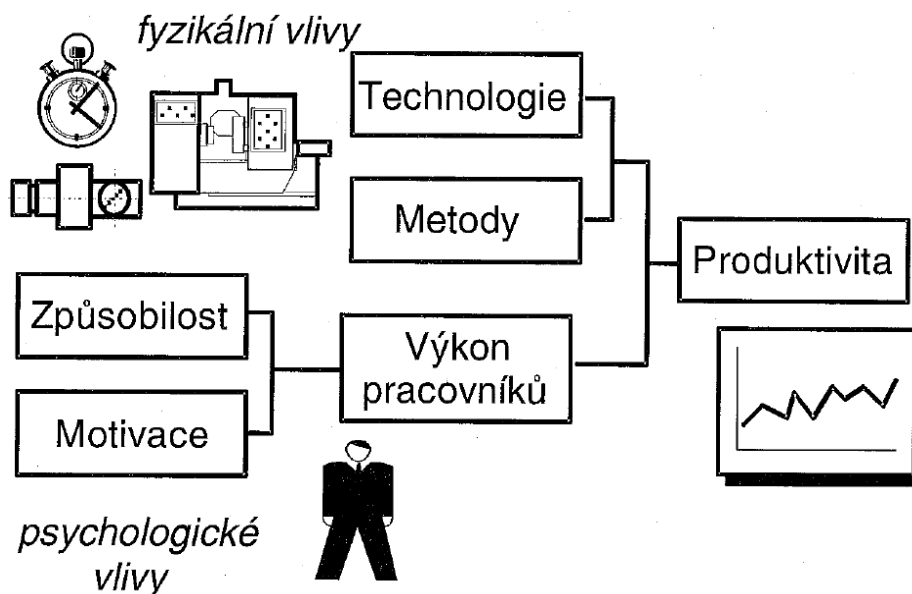
K vyjádření indexu produktivity musíme znát standard produktivity. Tento standard může být stanoven různými způsoby:

- jako výsledek předešlého období
- jako výjimečné výsledky předchozích období
- jako výsledky dosahované konkurencí
- analýzou provedenou průmyslovými inženýry (Mašín a Vytlačil, 2000)

Produktivitou se v dnešní době zabývá téměř každý podnik. Ukazuje nám efektivnost využití jednotlivých zdrojů. Záleží jen na potřebách firmy, k jakému faktoru bude výpočet produktivity vztahovat.

Produktivitu ovlivňuje celá řada faktorů. Mezi základní vlivy patří vlivy fyzikální a vlivy psychologické. Fyzikální vlivy jsou technicky ovlivnitelné, vlivy psychologické souvisí

s osobou pracovníka. Průmyslové inženýrství se zabývá všemi těmito vlivy s cílem produktivitu zvýšit. Vlivy, které na produktivitu působí, jsou zobrazeny na následujícím obrázku.



Obr. 4. Vlivy působící na produktivitu (Mašín a Vytlačil, 2000)

Hodnota ukazatele produktivity je ovlivňována celou řadou vlivů. Právě metody průmyslového inženýrství hledají cesty k odstranění zbytečného plýtvání vytvářením efektivnějších pracovních postupů, hledají cesty k vyšší motivaci a výkonu pracovníků, a tím i k růstu produktivity.

3.5 Efektivita výroby

Efektivita je slovo cizího původu, českým ekvivalentem tohoto slova je účinnost. Účinnost výroby je měřítkem úspěšnosti. Výrobní podniky jsou pod tlakem konkurence nuceny snižovat své výrobní náklady. Z požadavku na co nejnižší náklady vyplývá nutnost co nejvíce vytižít výrobní zařízení, co nejlépe využít pracovní sílu, materiály a také co nejlépe využívání zdrojů řídit.

Vyjádření účinnosti výroby podniků je vyjádřením nedokonalosti jeho výrobních procesů, velikosti prostojů a ztrát. Vlivy, které brání dosáhnout maximálního výkonu ve výrobě, mohou být různého původu.

- **Plánované ztráty** – dovolené, víkendy, úklid, preventivní údržba, vývoj, testy, zkoušky

- **Operační ztráty** – nastavování strojů, změna produkce, nedostatek materiálů a lidí, chyby obsluhy, výpadky zařízení
- **Ztráty výkonu** – špatné nastavení strojů, úmyslné zpomalení, prodloužení výrobního cyklu
- **Ztráty z nekvality** – nepřesnosti výroby, špatný výrobní postup, vada materiálu (Světlík, 2003)

Z výčtu ztrát, které ovlivňují účinnost výroby, je patrné, že některé z nich jdou velmi snadno odstranit například pomocí lepší organizace práce, naopak některým vlivům se vyvarovat nelze. Lze je však alespoň zmírnit.

3.5.1 OEE

Při snaze zvýšit účinnost výroby potřebujeme kvalitní data o příčině vzniku ztrát. Ukazatel OEE (Overall Equipment Effectiveness), tedy celková efektivnost zařízení, nám pomůže kvantifikovat míru využití strojů. OEE počítá se třemi základními ukazateli:

$$Dostupný\ čas = \frac{skutečný\ čas}{plánovaný\ čas} \quad (3)$$

$$Výkon = \frac{počet\ vyrobených\ kusů}{teoretická\ kapacita} \quad (4)$$

$$Kvalita = \frac{počet\ dobrých\ kusů}{celkový\ počet\ vyrobených\ kusů} \quad (5)$$

Vzorec pro ukazatel OEE pak bude vypadat následovně:

$$OEE = (Dostupnost * Výkon * Kvalita) * 100 \quad (6)$$

OEE tedy zohledňuje všechny tyto ukazatele. Hodnoty OEE se běžně pohybují kolem 50 %, u špičkových firem dosahují však hodnoty až 85 %. Zvýšení hodnoty OEE může nahradit vysoké investice do dalšího strojního vybavení. Samotný sběr dat je většinou spjat s manuálními záznamy o prostojích. Paradoxem je, že samotné ruční pořizování těchto

záznamů způsobuje prostoje. Ideálním řešením je v tomto případě zahrnutí zařízení do informačního systému a tím i automatický sběr těchto dat. Začlenění zařízení do IS dodává aktuální přehled, který je nutný pro rychlé odstranění případného problému s dostupností, výkonem či kvalitou. (Světlik, 2003)

3.6 Vymezení taktů

K uspokojení požadavků zákazníka je potřeba dodávat hotové výrobky ve stejném taktu jako je zákazník chce odebírat. Pokud nastane shoda mezi taktem linky požadovaným zákazníkem a výrobním taktem, pak se hovoří o výrobní lince jako o vybalancované.

3.6.1 Zákaznický takt

Zákaznický takt je tempo, s jakým zákazník odebírá hotové výrobky. Čas taktu definuje rychlost, jakou by měl výrobní proces probíhat. Vypočítá se jako podíl čistého dostupného času za den a celkového denního požadavku zákazníka. (Tuček a Bobák, 2006)

$$TT = \frac{\text{Čistý dostupný čas za den}}{\text{Celkový denní požadavek zákazníka}} \quad (7)$$

3.6.2 Plánovaný takt

Takt zákazníka nebude shodný s plánovaným taktem, který je označován také jako délka cyklu (CT – Cycle Time). Plánovaný takt musí být oproštěn o hodnotu OEE. Tedy o hodnotu určující efektivitu výroby. Plánovaný takt vypočítáme tedy jako součin hodnoty ukazatele OEE a zákaznického taktu.

$$\text{Plánovaný CT} = \frac{OEE * TT}{100} \quad (8)$$

3.6.3 Výrobní takt

Výrobní takt je čas, který uběhne od zahájení jedné operace do jejího dokončení. Do tohoto taktu jsou promítnuty veškeré úkony včetně manipulace, kontroly a dalších činností. Výrobní takt vypočítáme jako podíl celkového disponibilního času a počet vyrobených dobrých kusů. (Tuček a Bobák, 2006)

$$CT = \frac{\text{Celkový čistý čas za den}}{\text{Počet vyrobených kusů}} \quad (9)$$

Cílem balancování výrobní linky je shoda délky cyklu CT s taktům zákazníka. Pokud je čas potřebný na výrobu jednoho kusu nižší než zákaznický takt, pak to znamená, že dokážeme vyrábět rychleji, než kolik dokážeme doopravdy prodat. Při plném vytížení výrobní linky tak budeme vyrábět na sklad. Opačný případ ukazuje na neschopnost plnění kvantitativního požadavku zákazníka a v tomto případě se hledají cesty ke zvýšení dostupnosti zařízení, zvyšuje se jejich vytížení a v případě velkého rozdílu se výrobní kapacity navyšují počtem strojů či pracovníků, což se však výrazně promítne do finančních ukazatelů.

4 LAYOUT

Layout označuje prostorové uspořádání výrobního prostoru tak, aby co nejefektivněji mohl sloužit svému účelu. Rozmístění vybavení pracoviště hraje významnou roli vzhledem k velikosti plývání. Správně rozmístěné stroje umožňují dobrou organizaci výrobních činností a vyšší produktivitu práce.

Základní okolnosti ovlivňující prostorové řešení výroby jsou:

- **Generel organizace** – je situační rozmístění objektů organizace, příjezdových cest, vnitrozávodních komunikací apod.
- **Sít' komunikací**
- **Charakter budov** – shromažďuje informace o účelu objektů, jejich podlahové ploše, půdorysu, nosnosti, rozmístění chodeb, dveří a dalších charakteristik objektu.
- **Inženýrské sítě** – rozvody elektrické energie, vody, odpadů, různých technických plynů, páry apod.
- **Typ výroby** – čím vyšší stupeň výroby, tím vyšší požadavky na uspořádání jednotlivých výrobních prvků.
- **Manipulační prostředky** – například jeřáby a další stabilní zařízení.
- **Technologický postup** – technologická náročnost výroby je dalším vlivem, se kterým je třeba dopředu počítat. (Tuček a Bobák, 2006)

Prostorové uspořádání výroby bývá zpravidla individuální nebo skupinové. Individuální rozmístění nalezneme u nižších typů výrob, ve kterých se výrobní procesy neopakují, nebo opakují velice zřídka. Celkový počet pracovišť je malý. Je složité určit společné znaky jednotlivých výrobků a operací. Naopak skupinové rozmístění je aplikováno ve složitějších typech výrob s velkou dělbou práce. Zde jsou zařízení seskupována buď na základě příbuznosti operací do technologického uspořádání, nebo na základě vyráběného předmětu do uspořádání předmětného. (Tuček a Bobák, 2006)

4.1 Technologické uspořádání

Výrobní stroje a zařízení jsou seskupovány podle jejich technologické příbuznosti. Vznikají tak dílny se stejnými typy strojů. Zpracovávané polotovary přicházejí na tyto dílny a mohou se sem i vracet, materiálové toky jsou dlouhé a kříží se.

Výhody technologického uspořádání:

- Univerzálnost – snadná změna výrobního programu
- Jednodušší organizace a řízení výroby
- Vysoká kvalifikace pracovníků – souvisí s velmi úzkým zaměřením
- Snadnější údržba – vysoce specializovaný servis pro určitý typ strojů

Nejvýznamnější nevýhody tohoto uspořádání:

- Prodloužení délky výrobního cyklu – roste množství ztrát z nadměrné manipulace
- Dlouhé dopravní cesty
- Menší využití výrobních ploch
- Větší pracnost výrobků
- Vysoké náklady na manipulaci a skladování
- Náročnější mezioperační kontroly (Hlavenka, 2005)

Technologické uspořádání se používá převážně v kusové a malosériové výrobě. S růstem objemu výroby se zpravidla přechází na předmětné uspořádání.

4.2 Předmětné uspořádání

Charakteristickým znakem předmětného uspořádání je seskupování pracovišť podle používaného technologického postupu. Za sebou jsou řazena odlišná pracoviště a výrobek přes ně putuje nejkratší možnou cestou. Výhod předmětného uspořádání je využíváno, pokud jsou vyráběny stejné nebo velice podobné výrobky.

Výhody předmětného uspořádání:

- Zvýšení specializace pracovišť a pracovníků
- Zkrácení dopravních cest
- Nižší náklady na manipulaci
- Nižší objem rozpracované výroby, úspora výrobních ploch
- Krátká průběžná doba výroby
- Jednodušší operativní řízení

Nevýhody:

- Vysoké požadavky na úroveň připravenosti výroby
- Vyšší nároky na údržbu strojů a zařízení
- Malá pružnost při změně výrobního programu (Hlavenka, 2005)

V praxi se nejčastěji předmětné uspořádání vyskytuje v podobě uspořádání hnízdového a linkového.

4.2.1 Hnízdové uspořádání

Je vhodné pro výrobu širšího portfolia výrobků a nižšího množství technologicky podobných výrobků. Hnízdové uspořádání v závislosti na počtu vyráběných dílů, složitosti výroby, stupni automatizace může být uspořádáno jako:

- volně rozptýlené
- buňkové
- řadové

V praxi se nejvíce využívá buňkového a řadového uspořádání. (Tuček a Bobák, 2006)

4.2.2 Linkové uspořádání

Toto uspořádání se používá při výrobě malého množství různých výrobků a vyššího množství technologicky podobných produktů. Podle velikosti výrobního portfolia se dělí na:

- **Linky pružné** – jsou schopny vyrábět více různých výrobků. Jsou charakteristické volným spojením mezi jednotlivými pracovišti, takže výrobní tok se může podle aktuálních potřeb měnit jak v počtu operací, tak v jejich pořadí. Obvykle jsou tyto linky vybaveny univerzálním strojovým vybavením.
- **Linky proudové** – vyrábějí jeden konkrétní výrobek. Jsou určeny k provedení úzce specifikovaných úkonů s jasně danou posloupností. Jsou využívány ve velkosériové a hromadné výrobě. Jde o nejefektivnější uspořádání, ale jejich vytvoření vyžaduje značný objem investic. (Tuček a Bobák, 2006)

4.3 Zásady pro rozmístování strojů

V samotném zakreslování strojů do prostorové depozice se musí brát do úvahy maximální rozměry stroje, včetně jeho pohyblivých částí a různých dveří, šuplíků apod. Do layoutu je pak nejčastěji vyznačujeme přerušovanou čarou.

Při tvorbě layoutu je důležitá jak znalost stroje, tak i výrobního postupu. Při tvorbě se musí vzít v úvahu tato hlediska:

- rozměry strojů
- prostor pro obsluhu
- přípojky inženýrských sítí
- plochy pro bezpečnou práci, únikové východy
- manipulační prostory
- cesty pro dopravu materiálu
- umístění dveří a oken

V souvislosti s tvorbou layoutu se doporučuje využít nějakou z metod simulace. Simulace nám poskytne důležitou zpětnou vazbu o tom, jestli je rozmístění všeho potřebného ideální. Správně navržený layout pracoviště přináší mimo jiné úsporu ve velikosti výrobních ploch a minimalizuje ostatní druhy plýtvání.

5 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

5.1 5S

Metoda 5S pochází z Japonska. Název metody je odvozen od počátečních písmen pěti japonských slov, která označují názvy pěti kroků, ve kterých aplikace metody probíhá. Původně byla tato metoda určena pro výrobní podniky, později došlo k jejímu rozšíření i do jiných oblastí a nyní je vnímaná jako metoda, která je aplikovatelná prakticky kdekoliv.

Podstatu této metody lze nejlépe pochopit z vysvětlení samotných pěti výrazů, které daly této metodě název:

- Seiry – **Utřídit**
- Seiton – **Uspořádat**
- Seiso – **Udržovat v čistotě**
- Seiketsu - **Určit pravidla**
- Shitsuke – **Upevňovat** (Vytlačil a Mašín, 1999)

Cílem metody je vytvoření přehledného, čistého a organizovaného pracoviště. Tuto metodu nelze aplikovat bez podpory zaměstnanců. Jejich případný odpor je největší překážkou. Podnět k zavádění 5S pochází většinou od vrcholového managementu. Touha mít bezpečné, čisté a organizované pracoviště vyvolává často tlak na výsledek. Pokud se ale 5S nestane běžnou součástí pracovního života pro všechny zaměstnance, pak je efekt pouze krátkodobý a za čas se vše vrátí do starých kolejí. Proto je nutné, aby se přípravě při zavádění této metody věnovala patřičná pozornost, aby všichni zaměstnanci prošli tréninkem a měli možnost pochopit přínosy metody pro ně samotné. 5S je v dnešní době ve výrobních podnicích už zabydlenou metodou a součástí firemní kultury.

5.1.1 Utřídit

Prvním krokem je, že se z pracoviště nekompromisně odstraní všechny předměty, které přímo nesouvisí s výrobní činností nebo potřebnou administrativní činností. V praxi se tento krok často praktikuje označováním nepotřebných věcí pomocí štítků. Ty se lepí přímo na nepotřebné věci a ihned po příchodu na pracoviště je zřejmé co je, a co není potřeba.

Tuto činnost je vhodné provádět v týmu, jehož součástí budou i operátoři, kteří na dané operaci běžně pracují. Obecně se výrobní provozy potýkají se spoustou nepotřebných věcí. Nejčastěji se mezi nimi vyskytují nepoužívané stroje, různé přípravky, police, krabice, spotřební materiál, zásoby, palety apod. Po označení nepotřebných věcí štítky se zpravidla nechává určitá časová prodleva určená k tomu, aby se případně z pracoviště neodstranilo něco, co je reálně využíváno. Lidé, kteří mají zájem věci označené jako nepotřebné zachovat, musí obhájit nutnost jejich přítomnosti na pracovišti. Chyby v označování často způsobuje nedokonalá znalost všech pracovních postupů, postupů při servisních pracích apod.

Odstranění nepotřebných věcí uvolní místo, čímž se zvyšuje využitelnost výrobních prostor, bezpečnost práce a snižují se přebytečné zásoby. Dále na pracovišti zůstává pouze to opravdu potřebné. (Vytlačil a Mašín, 1999)

5.1.2 Uspořádat

Pokud byly v prvním kroku odstraněny veškeré nepotřebné věci z pracoviště, je možno přistoupit k druhému kroku metody 5S, kterým je uspořádání.

Cílem tohoto kroku je minimalizovat čas a úsilí věnované nalezení konkrétní věci. Tohoto cíle může být dosaženo pouze v případě, že všechny věci budou mít přesně specifikované umístění, označení včetně určení jejich počtu. Nejen místo, ale i maximální počet dané položky musí být specifikován.

K přesné specifikaci umístění se často používají barevné pásky, vymežující prostor, ve kterém má být daná věc umístěna. U drobnějších věcí jako například nářadí se často používají úložné plochy, na kterých jsou viditelné siluety nástrojů a je tak zřejmé, co kam patří. Servisní pracovníci často používají i metodu využívající osobní štítky zaměstnanců. Princip je jednoduchý, ten kdo si nářadí vezme, tak na místo odkud jej vzal, pověsí štítek se svým jménem. Všem je ihned jasné, jaké nářadí má konkrétní člověk u sebe.

Také chodby a manipulační cesty by měly být barevně označeny. Chodby slouží k pohybu osob a materiálu a měly by být oproštěny od veškerého materiálu stěžující průchod chodbou. Jakýkoli zde přítomný předmět okamžitě signalizuje abnormalitu a měl by být odstraněn. (Imai, 2008)

5.1.3 Udržovat v čistotě

Účelem tohoto kroku je zbavení pracoviště veškerých nečistot. Čistota působí na pracovišti nejen dobrým estetickým dojmem, ale také má velký dopad na správné fungování strojů. Pravidelné čištění strojů může odhalit skryté závady jako je například únik oleje nebo různá nefunkční těsnění, povolené šrouby apod.

V této fázi rovněž zjišťujeme, jaké pracovní postupy budou pro čištění nejvhodnější. Definujeme také jakými prostředky je potřeba vybavit pracovníky, od ochranných oděvů až po čisticí prostředky.

Je známo, že většina mechanických poruch vzniká vibracemi, proniknutím pevných částic do stroje nebo nedostatečným mazáním. Udržování zařízení v čistotě tak umožňuje odhalit mnoho případným problémů. (Imai, 2008)

5.1.4 Určit pravidla

Určení pravidel je také často označováno jako standardizace. Standardizovat znamená provádět věci stále stejným způsobem. V souvislosti s čistotou je vhodné vytvořit standard pracoviště. Tento standard, obvykle doplněný o fotografie, ukazuje jak má pracoviště vypadat a slouží tak jako pomůcka k rychlému porovnání aktuálního stavu s požadovaným. Standardy pro čištění zařízení jasně definují kdo, co, kdy, jak a čím má čistit. Pracovníci jsou s těmito standardy seznámeni a jejich dodržování musí být vyžadováno ze strany managementu. Právě míra zainteresovanosti zaměstnanců je významným faktorem, který má vliv na úspěšnost celé metody.

Standardizace se netýká pouze očisty zařízení, ale dotýká se i samotných zaměstnanců. Časté jsou definice, jak má být pracovník ustrojen a které osobní ochranné pracovní pomůcky má používat.

5.1.5 Upevňovat

Posledním krokem je upevňování zavedených standardů a pravidel. Tento krok má v rukou management, který pomocí náhodných kontrol zjišťuje, zda jsou standardy dodržovány. Motivace pracovníků k udržování čistoty je podporována pomocí různých školení. Často se využívá kontrolních listů, do kterých pracovníci potvrzují provedení jednotlivých činností. Management pro kontrolu využívá záznamy pro identifikaci odchylek, fotografie,

prezentace atd. Cílem je, aby všichni zaměstnanci získali sebedisciplínu. Součástí práce managementu je také zhodnocení dosaženého pokroku zaznamenáním stavu před a po zavedení metody. (Imai, 2008)

Způsoby vyhodnocování dosažení stanovených cílů může být různé. V této souvislosti se také doporučuje podpořit soutěživost mezi jednotlivými dílnami, či výrobními středisky. Ta dokáže zvýšit motivaci pracovníků.

Metoda 5S může být do jisté míry označena za filozofii. Pokud zaměstnanci uvidí na vlastní oči přínos této metody, většinou ji přijmou a sami se zapojí do nikdy nekončícího koloběhu pěti kroků této metody.



Obr. 5. Průběh 5S (I-Five, 2013)

5.2 Vizualizace

Vizualizace úzce souvisí s metodou 5S. Je obecně známo, že lidé vnímají až 80 % všech věcí zrakem. Vizualizace je metodou, která usnadní orientaci, komunikaci, vzdělávání apod. Využití prostředků vizualizace může být různorodé. Komplexní pohled na vizualizaci přináší vizuální management.

Předmětem zájmu vizuálního managementu jsou lidské zdroje, stroje, materiály, metody a měření. Cílem pak je veškeré abnormality zviditelnit.

Lidské zdroje souvisí s morálkou na pracovišti, ale také s úrovní firemní kultury. Motivace pracovníků a vzdělávání pracovníků musí probíhat transparentním způsobem. Často jsou v souvislosti s lidskými zdroji využívány informační tabule a jednobodové lekce. Tyto

pomůcky musí být na pracovišti umístěny viditelně a musí být vytvářeny přívětivou formou.

Vizualizace v oblasti strojního vybavení se snaží o zpřehlednění ovládacích prvků, jasné označení všech měřících zařízení včetně vymezení hodnot, v jakých by se ukazatele měly pohybovat. Důležitá je také vizualizace stavu zařízení. Mělo by být zřejmé, jestli je stroj v provozu nebo stojí. Pokud se stroj zastavil, mělo by být na první pohled jasné proč.

Materiály jsou na pracovišti umístěny co nejbližší k místu jejich dalšího využití. Vizualně je označena jejich poloha a také je vhodné mít okamžitý přehled o stavu zásob na pracovišti. Časté je využití různých průhledných krabic, ukazatelů hladiny či různých počítadel. Při vstupu na pracoviště by mělo být jasné, jakého materiálu kolik máme k dispozici.

Probíhající metody jsou vizualizovány pomocí kontrolních listů nebo sešitů, do kterých obsluha viditelně značí provedení jednotlivých činností v posloupnosti, v jaké mají být provedeny. Součástí vizualizace jsou kontrolní body kvality a vizualně zpracované návody, co dělat, když se v procesu vyskytnou odchylky od požadovaného stavu.

Měření je důležitou částí každého výrobního procesu. Základem je jasné vizuální rozlišení dobrých a špatných kusů, provozních rozsahů měření a vizualizace v oblasti kontroly správnosti měření. Často jsou využívány statistické metody a jejich vizuální výstupy v podobě regulačních diagramů. (Imai, 2008)

5.2.1 Prostředky vizualizace

Používané prostředky pro vizualizaci nejsou nějak přesně vymezeny. Záleží pouze na fantazii, jaké prostředky zvolíme. Mezi nejčastěji používané patří:

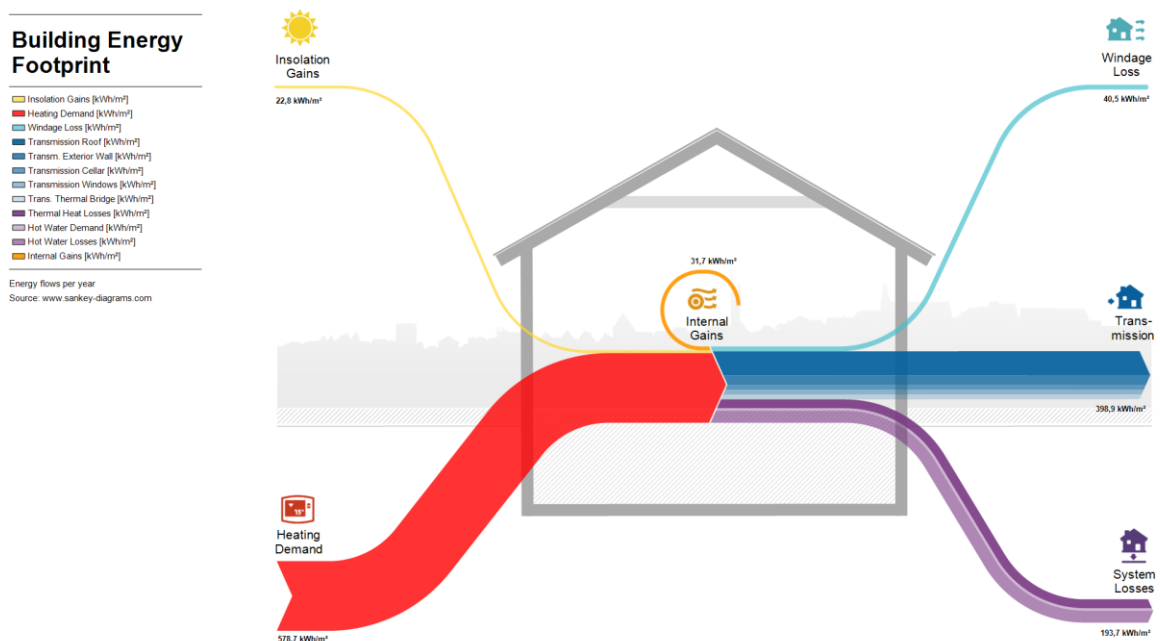
- Barevné značení na podlaze
- Signalizační zařízení
- Barevné odlišení nástrojů a součástek
- Týmové tabule, informační tabule, kaizen tabule apod.
- Graficky zpracované výrobní postupy
- Multimediální prezentace
- Instruktažní videa

Výběr vhodné metody, jak sdělit informaci pomocí vizualizace, je velice důležitý. Vizualizace by měla být na první pohled pochopitelná, bez skrytých záludností. Jednoduchost a přehlednost jsou nejdůležitější parametry.

5.3 Sankeyův diagram

Z pohledu vnitřní logistiky se materiálový tok může řešit také pomocí Sankeyova diagramu. Pomocí diagramu se neřeší vlastní umístění pracovišť, ale graficky zobrazuje velikost materiálového toku.

Intenzita materiálových toků se obvykle udává buď v procentech z celkového množství, v kusech, nebo ve hmotnostních jednotkách. V grafickém vyjádření je pak intenzita toku zobrazena různou tloušťkou čar. Jednotlivé barvy pak určují druh přepravovaného materiálu. Čáry jsou rovněž opatřeny šipkami, aby byl zřejmý i směr toku. Délka čar představuje vzdálenosti, které materiál musí urazit. K takto zakreslenému diagramu je nutné uvést legendu. Diagram přehledně zobrazuje nejvytíženější dopravní cesty podniku a upozorňuje na úzká místa ve vnitřní logistice firmy.



Obr. 6. Sankeyův diagram (Phineas, 2013)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI ON SEMICONDUCTOR



ON Semiconductor®

Obr. 7. Logo společnosti

(ON Semiconductor, 2013)

Identifikační údaje společnosti

Název: ON SEMICONDUCTOR CZECH REPUBLIC, s.r.o., právní nástupce

Sídlo firmy: Rožnov pod Radhoštěm, 1. máje 2230, PSČ 756 61

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Základní kapitál: 540 000 000 Kč

Hlavní předmět podnikání: Výroba elektronických součástek (Ministerstvo spravedlnosti, 2012)

6.1 Historie společnosti

ON Semiconductor Czech Republic je součástí nadnárodní korporace ON Semiconductor se sídlem ve Phoenixu v americkém státě Arizona. Společnost vznikla oddělením polovodičové divize společnosti Motorola pro výrobu diskrétních analogových a logických obvodů. Ke vzniku společnosti došlo v srpnu 1999. Rožnovské společnosti Tesla Sezam a Terosil byly plně začleněny do struktury společnosti ON Semiconductor v roce 2003.

Historie polovodičové výroby v Rožnově pod Radhoštěm se začala tvořit v roce 1949, tehdy zde byla založena společnost Tesla, která vyráběla elektronky. Rožnovská Tesla v roce 1957 již byla schopna vyrobit germaniové diody a tranzistory, v roce 1958 byl připraven první monokrystal křemíku, což umožnilo výrobu prvních křemíkových

tranzistorů. V roce 1960 navázal na přípravu monokrystalů vývoj přípravy křemíkových desek jako základ pro výrobu jednoduchých integrovaných obvodů v průběhu 60. let. V roce 1961 byl zahájen vývoj tažení monokrystalu Czochralského metodou, která se používá dodnes. Výroba čipů si osvojila v 70. a 80. letech výrobu bipolárních technologií.

Historickým milníkem byly politické změny v roce 1989 a následná privatizace. Toto období přestala rožnovská společnost bez přerušení výroby, ale pro dosažení konkurenceschopnosti na západních trzích bylo nutné ve velmi krátkém čase dosáhnout srovnatelné kvality s předními světovými výrobci polovodičů, čehož bylo úspěšně dosaženo a společnost tak dále může rozvíjet své aktivity v České Republice. (ON Semiconductor, 2013)

6.2 Výrobní program

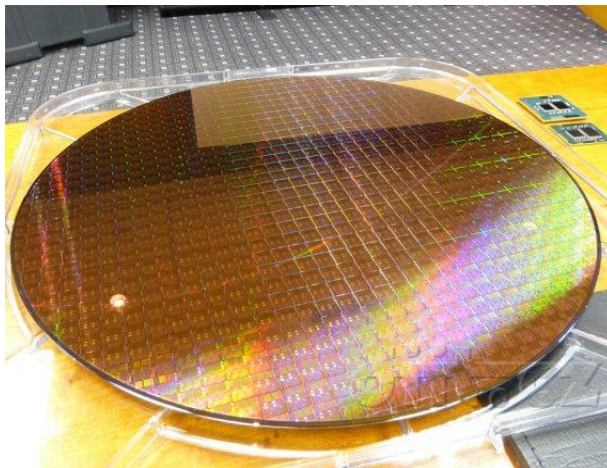
Společnost ON Semiconductor Czech Republic je složena ze dvou základních výrobních programů. Prvním je výroba křemíku, druhým pak výroba čipů.

Výslednými produkty výroby křemíku jsou leštěné a epitaxní křemíkové desky o průměru 100 a 150 mm. Tyto desky jsou legovány bórem, fosforem, arzenem nebo antimonem. Díky použitým technologiím dokáže firma uspokojit zákazníka v celém odporovém spektru včetně speciálních materiálů vysoce legovaných fosforem a antimonem. Křemíková deska je základem pro výrobu polovodičových součástek, které nalézají uplatnění ve výpočetní technice, automobilovém průmyslu, zdravotnictví, spotřební elektronice a různých kontrolních systémech.



*Obr. 8. Leštěná křemíková deska
(ON Semiconductor, 2012)*

Výroba čipů produkuje křemíkové desky osazené integrovanými obvody, jejichž finální montáž do pouzder probíhá v jiných výrobních lokalitách společnosti ON Semiconductor. Integrované obvody vyrobené v rožnovské společnosti nalézají široké uplatnění v celé řadě elektronických zařízení. Nejvíce zastoupené skupiny produktů jsou operační zesilovače, regulátory napětí a proudu, spínané zdroje, kontroléry napětí, časovací obvody a automobilové aplikace. Mezi tyto aplikace patří např. řízení stahování oken, řízení ABS, řízení airbag systémů, regulátory motorů atd.



*Obr. 9. Křemíková deska s čipy
(Deep in IT, 2010)*

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Vzhledem k rozsáhlosti rožnovské společnosti zaměříme pozornost na výrobu křemíkových desek. V současnosti se společnost potýká s problémem uspokojení potřeb svých zákazníků vzhledem k objemu produkce. Nové akvizice společnosti vytvořily vysokou poptávku po produktech společnosti, které již není schopna uspokojit. Požadavky zákazníků uvnitř korporace jsou tak uspokojovány z vnějších zdrojů, což zvyšuje náklady na nákup. Pod tlakem požadavků na dodávané množství byly v minulosti aplikovány projekty na zvýšení propustnosti linky. Tyto projekty byly úspěšné. Pomocí reorganizace výroby, reengineeringu pracovních a technologických postupů bylo dosaženo maximálních kapacit. V současnosti je tak rožnovská společnost schopna uspokojit zákazníka po stránce kvality, rychlosti dodávek, ale ne kvantity. Navíc je zde vysoká pravděpodobnost, že požadavky na objem produkce dále porostou.

7.1 Kapacita linky a organizace práce

V současné době má výroba křemíku k dispozici výrobní linku na desky o průměru 100, 125 a 150 mm, respektive 4, 5 a 6 palcových desek. Její kapacita je 32 000 ks desek za týden. Jejich výroba je situována do dvou budov v bývalém areálu rožnovské Tesly. V budově V12 probíhají veškeré výrobní procesy s výjimkou leštění desek, které probíhá v budově M8. Roztříštěnost výroby do dvou budov, které sice nejsou příliš daleko od sebe, značně komplikuje vnitřní logistiku, ale také neumožňuje další zefektivňování stávajícího stavu po organizační stránce.

Organizační struktura výroby křemíku je rozdělena na čtyři hospodářská střediska, která jsou odvozena od výrobního postupu. Jde o střediska tažení monokrystalu, řezání, leštění a epitaxe. Střediska řezání a leštění k sobě mají technologicky velmi blízko, ale jejich fyzická vzdálenost znemožňuje jejich spojení. Výroba v rožnovské společnosti probíhá v nepřetržitém režimu, ve kterém se pravidelně střídají čtyři směny.

7.2 Výrobní proces výroby křemíkových desek

Technologie výroby křemíkových desek probíhá v mnoha krocích. Jde o výrobu velice náročnou z pohledu použitých technologií, ale také o výrobu spotřebovávající velké množství energie a chemikálií. Výroba probíhá na zařízeních, která jsou téměř výhradně

jednoúčelová a tím pádem i velice drahá. Vstupní surovinou pro výrobu je polykrystalický křemík, který společnost nakupuje od externích dodavatelů. V následujícím diagramu je zobrazen zjednodušený výrobní tok, pro přehlednost jsou tedy některé kroky záměrně vynechány.



Obr. 10. Výrobní proces křemíkových desek (vlastní zdroj)

Výrobní proces křemíkových desek je modifikován dle požadavků zákazníka. Diagram ukazuje obecný postup výroby. Některé kroky mohou být na přání zákazníka vynechány, ale také některé dílčí operace mohou být přidány. Jelikož leštěné a epitaxní desky slouží jako vstup pro výrobu čipů, je nutné výrobky vyvíjet v kooperaci se zákazníky tak, aby i následné zpracování u zákazníka nemělo dopad na kvalitu jeho výroby.

7.2.1 Produktivita práce

Produktivita práce je sledovaným ukazatelem, ovlivňující variabilní náklady na křemíkovou desku. Ve společnosti se používá naturální metoda podle následujícího vzorce:

$$P = \frac{Q}{T} \quad (10)$$

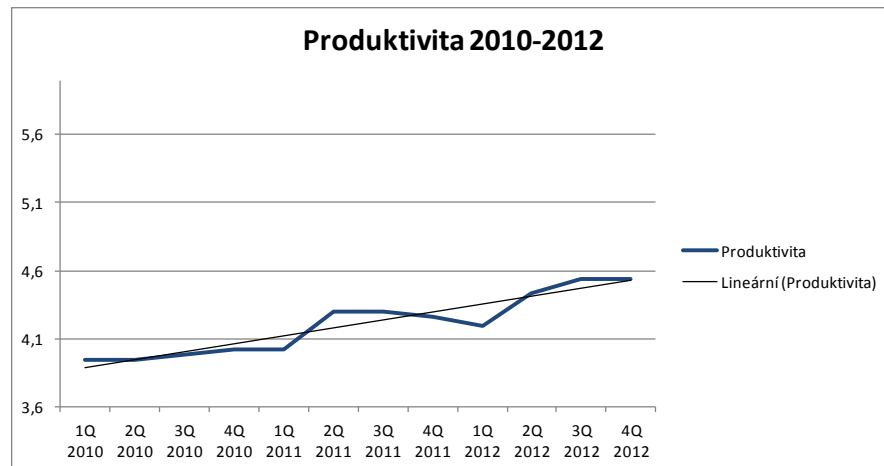
P – produktivita práce

Q – vyrobené množství

T – množství vynaložené práce v hodinách

Aktuální hodnota produktivity práce dosahuje hodnoty 4,55. Znamená to, že jeden operátor vyrobí za hodinu 4,55 ks křemíkových desek.

Následující graf zobrazuje vývoj produktivity práce v letech 2010 až 2012.



Graf. 2. Vývoj produktivity (vlastní zdroj)

Rostoucí trend produktivity práce je výsledkem aktivit, které v minulosti ve firmě probíhaly. Pomocí těchto aktivit zaměřených převážně na organizaci práce bylo dosaženo zvýšení produktivity o cca 15 %.

7.2.2 Vytíženost kapacit

Aktuální vytíženost výrobní linky se dá odvodit z vytížení jednotlivých zařízení. Celkové číslo OEE zahrnující všechna zařízení, bude poměrně nízké a nic neříkající. Důvodem jsou různé požadavky zákazníků. Společnost nabízí celou řadu variant zpracování a podle přání zákazníka jsou jednotlivé operace přidávány či vynechávány. Zařízení jsou zpravidla jednoúčelová, a pokud není dostatečná poptávka po určitém druhu výrobku, tak se jejich kapacitu nedaří naplnit. Jsou však typy zařízení, které budou ve výrobním toku zahrnuty vždy

a jejich kapacita určuje propustnost linky. U zjednodušeného výrobního modelu sestávajícího se z těchto zařízení má sledování OEE význam. Společnost na vylepšování tohoto ukazatele pracuje řadu let a nyní dosahuje hodnoty 79 %.

Aktuální hodnotu doby cyklu (CT) vypočítáme jako podíl dostupného času a maximálního možného výstupu z linky. Ta je dána strojními kapacitami.

$$CT = \frac{OEE * \text{Celkový čas}}{\text{Celkový výstup}} \quad [\text{sec/ks}]$$

$$CT = \frac{0,79 * 79200}{4571} \quad [\text{sec/ks}]$$

$$CT = 13,69 \quad [\text{sec/ks}]$$

Výrobní linka tedy vyprodukuje jeden dobrý výrobek každých 13,69 vteřin.

7.3 Aktuální poptávka

Díky akvizicím společnosti došlo k nárůstu poptávky po produktech. Skokově se tak zvýšil požadavek na výrobu křemíkových desek. Požadavky zákazníka jsou na úrovni 7 572 ks za den. Z tohoto čísla budeme vycházet při výpočtu výrobního taktu zákazníka.

$$TT = \frac{\text{Dostupný čas za den}}{\text{Požadavek zákazníka}} \quad [\text{sec/ks}]$$

$$TT = \frac{22 \text{ hodin} \times 3600 \text{ s}}{7572} \quad [\text{sec/ks}]$$

$$TT = 10,46 \quad [\text{sec/ks}]$$

Pro splnění požadavků zákazníka je tedy nutné vyrobit jeden kus každých 10,46 vteřin.

Do výpočtu plánovaného výrobního taktu linky je však nutné započítat ukazatel OEE, který ukazuje celkovou efektivnost zařízení. Při výpočtu budeme vycházet z aktuální dosahované hodnoty, která činí 79 %. Pomocí vynásobení ukazatele OEE a zákaznického taktu zjistíme hodnotu plánované délky cyklu.

$$\text{Plánovaný CT} = OEE * TT \quad [\text{sec/ks}]$$

$$\text{Plánovaný CT} = 0,79 * 10,46 \quad [\text{sec/ks}]$$

$$\text{Plánovaný CT} = 8,26 \quad [\text{sec/ks}]$$

Plánovaná délka cyklu k uspokojení potřeb zákazníka musí dosahovat hodnoty 8,26 vteřin na výrobu jednoho kusu.

8 ZÁVĚR Z ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU A VÝCHODISKA PROJEKTOVÉ ČÁSTI

Zákaznický takt dosahuje 10,46 vteřin a při zachování současné dostupnosti zařízení pak délka výrobního cyklu musí dosahovat hodnoty 8,26 vteřiny na jeden dobrý kus. Rozdíl mezi současnou délkou cyklu (13,69) a požadovanou činí 5,43 vteřin na jeden kus. Z těchto ukazatelů je zřejmé, že současná výrobní linka již není schopna uspokojit požadavky zákazníka. Rozdíl je natolik výrazný, že jej už nelze řešit v rámci aktuálního strojního vybavení.

8.1 Plán navýšení kapacit

V důsledku vysoké poptávky po produktech společnosti se vedení společnosti na konci roku 2010 rozhodlo výrazně navýšit výrobní kapacity. Od tohoto kroku si společnost slibuje nejen úsporu nákladů, ale také snížení závislosti na externích dodavatelích. V minulých letech díky extrémně vysoké poptávce po solárních panelech došlo k deformaci trhu a následnému prudkému růstu cen křemíku pro výrobu polovodičů. Jako opatření proti podobnému scénáři do budoucnosti byl posílen důraz na vlastní výrobu křemíkových desek a byly uvolněny prostředky pro realizaci expanzního projektu.

Ve výrobě křemíku se expanzní projekt nedotýká pouze navýšení kapacit, ale také příchodu nových technologií. Nejvýznamnější změnou pak je změna portfolia výrobků. Nyní společnost vyrábí desky o průměru 100, 125 a 150 mm, od desek o průměru 100 mm však hodlá definitivně upustit. Zároveň s ukončením výroby 4“ desek přibudou desky o průměru 200 mm, tedy 8“. Tento krok je pro společnost významným milníkem, neboť znamená nutnost vybavit výrobní linku novými zařízeními, zvládnout technologii výroby i organizaci práce.

Hlavním cílem projektu je tedy navýšení výrobních kapacit. Následující tabulka ukazuje kapacitu výrobní linky nyní a také cíle po realizaci projektu. Čísla jsou v množství desek za měsíc.

Tab. 3. Kapacity výrobní linky (vlastní zdroj)

Průměr desky	Současná kapacita	Cílová kapacita
125+150 mm	128 000	184 000
200 mm	0	28 000

V tabulce již nekalkulujeme s kapacitou pro 4“ desky, neboť jejich výroba bude ukončena. Navýšení výrobních kapacit a rozšíření o produkci desek o průměru 200 mm přináší potřebu linku redesignovat. Společnost disponuje pouze některými zařízeními, která jsou schopna vyrábět i 200mm desky. Většina zařízení pro produkci těchto desek bude zajištěna nákupem nových či repasovaných zařízení. Zařízení používaná pro výrobu jsou jednoúčelová a potřebují ke svému chodu různá média, definované prostředí, přípravky atd. Požadavky kladené výrobcí zařízení i samotnou použitou technologií kladou vysoké nároky i na výrobní prostory společnosti. V této souvislosti se společnost rozhodla umístit novou lešticí linku do zcela nové budovy. Zakoupení budovy M10 je součástí projektu.

Výše popsané investice budou také velkým zásahem do struktury nákladů firmy. Výrazně vzrostou fixní náklady, naopak variabilní náklady poklesnou. Jelikož finanční údaje jsou předmětem obchodního tajemství společnosti, budou pro účel vypracování této práce veškerá data zkrácena koeficientem. Odhadovaná výše nárůstu fixních nákladů a variabilních nákladů na jednotlivé skupiny produktů je uvedena v tabulce.

Tab. 4. Fixní a variabilní náklady společnosti (vlastní zdroj)

	Si deska 5,6"	Si deska 8"
Cena konkurence/kus	15,93	28,24
Variabilní náklady ON SEMI/kus	8,57	14,81
Marže/ks	7,35	13,43
Nárůst fixních nákladů/měsíc	234 666,67	

Z těchto údajů jsme již schopni vypočítat bod zvratu a zjistit tak, jestli je projekt vůbec životaschopný. K návratnosti celé investice tak musí být vypočítaná hodnota bodu zvratu nižší než zamýšlené množství produkce.

8.2 Bod zvratu

Do budoucna je počítáno se dvěma skupinami produktů, z nichž každá má jinou výši variabilních nákladů. V první skupině budou desky 5 a 6“ a druhou skupinu budou tvořit desky 8“. Nejprve vypočítáme bod zvratu pro každou skupinu výrobků zvlášť. Pro případ, že bychom vyráběli pouze jeden výrobek, bude hodnota bodu zvratu takováto:

$$\begin{aligned}\Delta Q_{5,6''} &= \frac{\Delta FN}{p - vn} & \Delta Q_{8''} &= \frac{\Delta FN}{p - vn} \\ \Delta Q_{5,6''} &= \frac{234667}{15,93 - 8,57} & \Delta Q_{5,6''} &= \frac{234667}{28,24 - 14,81} \\ \Delta Q_{5,6''} &= 31885 \text{ [ks/m]} & \Delta Q_{8''} &= 17474 \text{ [ks/m]}\end{aligned}$$

ΔQ – navýšení produkce [ks/měsíc]

ΔFN – přírůstek fixních nákladů po realizaci projektu

p – cena, v tomto případě náklady na pořízení konkurenčního produktu

vn – variabilní náklady na kus

V produktovém mixu, ve kterém připadají na jednu desku o průměru 200 mm (8“) dvě desky o průměru 150 mm (6“) společně s deskami o průměru 125 mm (5“) bude výpočet bodu zvratu vypadat následovně:

Nejprve vypočítáme pomocí váženého průměru variabilní náklady a cenu.

$$\begin{aligned}VN_{\text{mix}} &= \frac{2 * vn_{5,6''} + vn_{8''}}{3} & P_{\text{mix}} &= \frac{2 * p_{5,6''} + p_{8''}}{3} \\ VN_{\text{mix}} &= \frac{2 * 8,57 + 14,81}{3} & P_{\text{mix}} &= \frac{2 * 15,93 + 28,24}{3} \\ VN_{\text{mix}} &= 10,65 \text{ [USD/ks]} & P_{\text{mix}} &= 20,03 \text{ [USD/ks]}\end{aligned}$$

Dále spočítáme bod zvratu v produktovém mixu.

$$\begin{aligned}\Delta Q_{\text{mix}} &= \frac{\Delta FN}{p_{\text{mix}} - vn_{\text{mix}}} \\ \Delta Q_{\text{mix}} &= \frac{234667}{20,03 - 10,65} \\ \Delta Q_{\text{mix}} &= 25018 \text{ [ks/m]}\end{aligned}$$

Z tohoto množství bude tedy 8 340 ks desek o průměru 200 mm a 16 678 ks desek o průměru 150 mm. V porovnání s požadavkem zákazníka bodu zvratu ukázal smysluplnost investice. Hodnota bodu zvratu je totiž výrazně nižší než zamýšlený objem produkce.

9 LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

Ve fázi plánování projektu byl vypracován jeho logický rámec, který popisuje přehledně cíle, metodiku měření dosahování výsledů a také s projektem související rizika.

Název projektu

Expanze výroby křemíkových desek

Projektový tým

Vedoucí projektu: projektový manažer

Členové týmu: technický ředitel, vedoucí technologických skupin, procesní inženýři, vedoucí výroby, vedoucí servisních skupin

Předpokládané náklady na projekt

15 410 000,- USD

Tab. 5. Logický rámec – hlavní cíle (vlastní zdroj)

Hlavní cíl	Objektivně ověřitelné indikátory	Zdroje k ověření
Zvýšení kapacity linky pro výrobu křemíkových desek	Nárůst počtu odvedených desek	Týdenní report výroby
	Nárůst produktivity práce	Report produktivity práce a jejího trendu
	Zvýšení automatizace procesů	Report počtu chyb vzniklých lidským faktorem
	Zvýšení kvality produktů	Pokles zákaznických reklamací, 8D reportů

Tab. 6. Logický rámec – dílčí cíle (vlastní zdroj)

Účel/cíl projektu	Objektivně ověřitelné indikátory	Zdroje k ověření	Předpoklady /rizika
Posílení pozice dodavatele křemíkových desek	Nárůst počtu odběratelů minimálně o 1 zákazníka.	Report expedice	Zájem odběratelů o produkty společnosti
Rozšíření portfolia výrobků o 200mm desky	Výroba prvních 25 ks desek o průměru 200 mm	První odvedené testovací desky zákazníkům	Dosažení parametrů požadovaných zákazníkem

Tab. 7. Logický rámec – výstupy projektu (vlastní zdroj)

Výstupy projektu	Objektivně ověřitelné indikátory	Zdroje k ověření	Předpoklady/rizika (vnější)
Zvýšení produktivity práce	Nárůst produktivity práce o 10 %	Report produktivity práce z IS	Automatizace procesů
Zvýšení počtu zaměstnanců	10 nových pracovních míst	Statistika HR	Zajištění kvalifikovaných pracovníků
Zvýšení kvality produktů	Pokles zákaznických reklamací o 30 %	Zpětná vazba zákazníků, 8D reporty	Technologické zvládnutí nových procesů
Dosažení návratnosti projektu	Splnění požadavků dle plánu návratnosti investice	Reporty finančního oddělení	Dosažení objemu výroby Zájem zákazníků o produkty

Tab. 8. Logický rámec – projektové aktivity (vlastní zdroj)

Aktivity	Prostředky	Zdroje k ověření	Předpoklady/rizika
Fáze přípravná			
Formulace investičního záměru	Finanční zdroje ON Semi Finanční zdroje z fondů	Účetnictví firmy	Zajištění finančních zdrojů
Výběr a nákup technologií	Nákup repasovaných zařízení Sumco, nákup nových zařízení	Kupní smlouvy	Výběr kvalitních technologických postupů
Výběr umístění provozu	Nákup nové budovy M10, rekonstrukce budovy V12	Kupní smlouva	Zajištění vhodných stavebních prostor
Specifikace potřeb pro výrobní prostory	Variabilita připojení inženýrských sítí v objektech	Projektová dokumentace	Sestavení kvalitního projektového týmu
Příprava projektové dokumentace	Projektová dokumentace	Stavební povolení	
Fáze realizační			
Stavební práce na budovách	Externí stavební firmy	Smlouva o dílo	Výběr kvalitních dodavatelů
Instalace zařízení	Externí technici výrobců zařízení	Smlouva o dílo	Kvalitní podpora dodavatele
Nastavení technologických procesů	technologové s pomocí externích konzultantů	Kvalifikace procesů komisí CAB	Volné pracovní síly, kvalifikované pracovní síly
Výroba kvalifikačních produktů		Zpětná vazba od zákazníka, report expedice	Výběr kvalitních dodavatelů materiálu, zájem zákazníka, volné pracovní síly

Při pohledu na logický rámec projektu je vidět jeho rozsáhlost. Dotkne se prakticky celé rožnovské společnosti. Takto obsáhlý projekt potřebuje být v průběhu realizace dobře řízen. K tomuto účelu je vypracován časový harmonogram.

9.1 Časový harmonogram projektu

Celý projekt je rozdělen do několika fází a délka trvání projektu byla stanovena na 20 měsíců. Cílem projektu je dosažení stanovených výrobních kapacit. Následující tabulka ukazuje návaznost činností.

Tab. 9. Ganttův diagram projektu (vlastní zdroj)

Činnost	2012												2013											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Schválení investice		■																						
Výběr technologií a zařízení			■																					
Budování prostor				■	■	■	■	■																
Instalace zařízení							■	■	■	■														
Nastavení procesů									■	■	■													
Odeslání prvních vzorků													■											
Kvalifikace u zákazníka														■	■	■	■							
Start produkce																		■						
Zvyšování produkce																		■	■	■	■	■		

Tento časový harmonogram je pouze ve zjednodušené formě. Dílčí činnosti budou delegovány konkrétním pracovníkům s jasným časovým vymezením. Dodržení časového harmonogramu hraje významnou roli pro úspěšnost celého projektu.

10 PROJEKT VYBUDOVÁNÍ NOVÉHO PRACOVIŠTĚ

Vzhledem k rozsáhlosti celého expanzního projektu je pro účel této práce vybrána pouze dílčí část. Jedná se o pracoviště leptání a úpravu okraje křemíkových desek v budově V12.

Budova V12, kterou nyní pro své provozování využívá výroba křemíku je etážovou budovou, ve které jsou využívána pouze první dvě patra budovy pro výrobní účely, třetí patro nyní slouží k umístění klimatizačních jednotek. Zbývá dvě patra jsou volná.

Nyní je operace leptání a úprava okraje umístěná v přízemí budovy, které však již nemá žádné prostorové rezervy a pro umístění nových zařízení, bude tak nutné nalézt prostory nové.

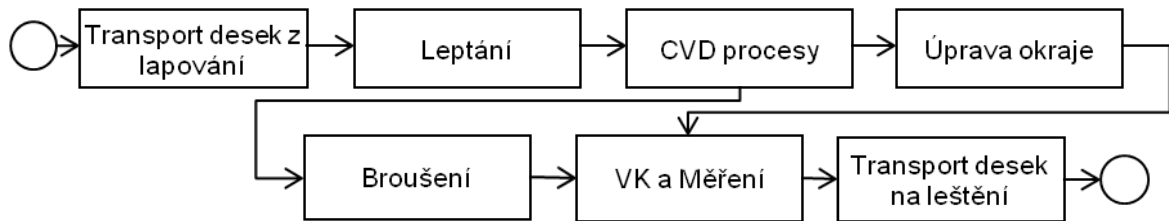
Projekt budování nového pracoviště leptání a úpravu okraje je rozdělen do několika fází, tyto fáze odpovídají fázím v časovém harmonogramu celého projektu.

1. Výběr vhodných technologií a zařízení
2. Výběr umístění zařízení
3. Zpracování layoutu prostor
4. Instalace zařízení a jejich oživení
5. Technologické zkoušky a příprava výroby
6. Optimalizace pomocí metod PI

10.1 Výběr vhodných technologií a zařízení

Výběr technologií vychází z požadavků zákazníka na výsledný produkt. Nově je do portfolia výrobků zařazena deska o průměru 200 mm, což přináší nutnost nákupu nových zařízení. 8“ desky mají vyšší požadavky na výsledné parametry a je nutné jim přizpůsobit i výrobní tok. Výrobní tok na pracovišti bude vycházet z požadavků zákazníka, požadavky se především liší v typu CVD procesu a druhu úpravy okraje desky. Na těchto operacích se z velké části tvoří variabilita výrobního portfolia.

Výrobní tok zobrazený v diagramu níže je tedy pro přehlednost zobrazen.



Obr. 11. Výrobní tok nově budovaných pracovišť (vlastní zdroj)

Vybrané technologie:

- Leptání – kyselinové leptání v automatické robotizované lince
- CVD procesy – procesy probíhající za atmosférického tlaku (APCVD) i nízkého tlaku (LPCVD)
- Úprava okraje: - leštička okraje pro desky průměru 200 mm
 - kyselinové stripování okraje pro desky o průměru 150 mm
 - zaoblování okraje
- Broušení – oboustranná bruska
- Měření – bezkontaktní měření geometrických parametrů

10.1.1 Vytipování vhodných zařízení

Ve spolupráci procesních inženýrů a oddělení výzkumu a vývoje byla vytipována pro tyto operace následující zařízení. Tato zařízení byla vybírána s ohledem na kvalitu požadovaného výstupu, ale i s ohledem na plánovanou kapacitu celého projektu. Výběr vhodných zařízení se činil také v kontextu vyšší nákladů na jejich pořízení, avšak technické možnosti v tomto případě byly převažujícím faktorem nad cenou. Některá zařízení se již ve společnosti nacházejí a dojde pouze k jejich přestěhování. To umožní soustředění podobných technologií do jednoho prostoru, tento přesun si také klade za cíl zvýšení produktivity práce na nich. Zbývající zařízení budou muset být nakoupena. Zakoupená zařízení budou zčásti nová, zčásti repasovaná. Zařízení pro polovodičový průmysl jsou konstruována jako jednoúčelová s výhledem dlouhé životnosti, z těchto důvodů je jejich nákup finančně velice náročný. V následující tabulce jsou uvedena zařízení včetně jejich rozměrů a požadavků na třídu čistoty.

Tab. 10. Seznam zařízení (vlastní zdroj)

Operace	Typ zařízení	Rozměry dxš (cm)	Třída čistoty
Leptání	SPEC Etcher	700x120	100000/výstup 1000
	Zásobníky chemikálií	485x85	100000
	Ohřívač vody	70x70	100000
	Chladič	100x80	100000
CVD	WJ (APCVD) (2x)	280x190	1000
	VTR	90x80	1000
	LPCVD	140x380	1000
Úprava okraje	Leštička okraje	162x155	100000
	Stripovačka	110x120	100000
	Suška	80x60	100000
	Zaoblovačka (2x)	155x125	100000
Broušení	Disco (2x)	225x105	100000/lokálně 100
	Chladič (2x)	130x45	100000
	Vakuový separátor (2x)	100x40	100000
Měření	WCHC 7200	325x75	100000
	WCHC 8300	180x75	100000
	Ultragage	120x85	100000
	FTIR	105x105	100000
	Edge scan	140x120	100000
Balení	Vakuová balička	75x55	100000

10.2 Výběr umístění zařízení

Ze seznamu potřebných zařízení vyplývají rozdílné požadavky na prostředí, ve kterém mají být umístěny. Třídou čistoty se rozumí počet částic větších než 0,5 μm v kubické stopě (cca 28 l) vzduchu. Přičemž platí, že čím čistější prostor, tím nákladnější je jeho vybudování a následný provoz. Z tohoto důvodu se v layoutu zaměříme na minimalizování prostorových nároků na prostory se zvýšenými požadavky na čistotu vzduchu. Vzhledem k výrokovému toku je nejlepší variantou oddělení procesů CVD do zvláštní místnosti s vyššími nároky na čistotu prostředí. Dále se budeme tedy zabývat prostory o třídě čistoty 100000. Lokálně se požadavek na vyšší čistotu vzduchu řeší stropním boxem s filtry a laminárním prouděním vzduchu.

Z rozměrů dodaných výrobcí jednotlivých zařízení určíme potřebnou plochu místností.

10.2.1 Výpočet potřebné plochy

Při výpočtu potřebné plochy je nutné vzít v úvahu všechny faktory, které ji ovlivňují. Pro každé zařízení určíme potřebnou plochu zvlášť podle charakteru zařízení, jeho připojení, nároků na obsluhu, servis atd.

Celková potřebná výrobní plocha:

$$F_v = F_s + F_o + F_{pm} + F_m + F_b + F_s \text{ [m}^2\text{]} \quad (11)$$

$$F_v = 47,8 + 39,3 + 8 + 64 + 6 + 37,2$$

$$F_v = 182,3 \text{ m}^2$$

F_v – výsledná plocha

F_s – plocha strojů

F_o – prostor pro obsluhu zařízení

F_{pm} – přípojky médií

F_m – plochy pro manipulaci s výrobky a materiálem

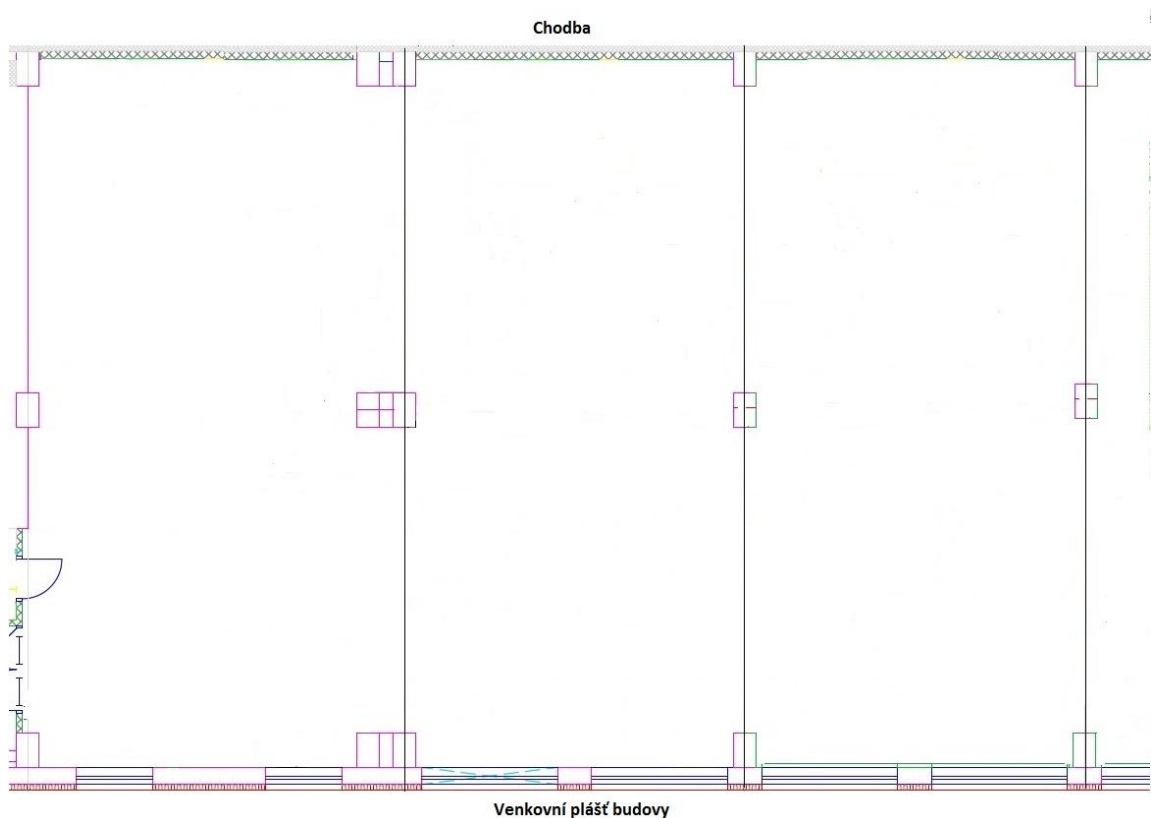
F_b – bezpečnostní plochy (umístění bezpečnostních prvků jako například únikové východy, havarijní sprchy a plochy s rizikem pro obsluhu zařízení)

F_s – servisní plochy pro opravy a údržbu strojů

Celková potřebná plocha vychází na 182,3 m². Celá budova je vyztužena sloupy ve čtvercové síti 6x6 m (36 m²). Celková potřebná rozloha je na hranici mezi 5 a 6 čtverci. Vzhledem k nákladovosti budování a provozu čistých prostor je nutné se co nejlépe přiblížit požadavku na prostor.

Jako vhodné prostory volíme prostory co nejnižší v budově a co nejlépe operacím, které jsou ve výrobním toku před námi plánovanými. Nejvhodnější umístění bylo nalezeno v prvním nadzemním podlaží v místech, kde nyní sídlí kancelářské prostory a stavební prostorová rezerva.

Výchozí situací pro tvorbu layoutu je tento prostor:



Obr. 12. Výchozí situace nového pracoviště (vlastní zdroj)

10.2.2 Technická omezení prostoru

Vybraný prostor v prvním nadzemním podlaží budovy nebyl primárně určen pro využití pro výrobní účely, tudíž trpí jistými technickými nedostatky, se kterými musíme při tvorbě layoutu počítat.

Mezi nejzávažnější nedostatky patří umístění sloupů, které výrazně omezuje uspořádání pracoviště do podoby ideálního layoutu. Dalším výrazným nedostatkem je vstup do prostoru, který nelze vzhledem ke konstrukci budovy umístit kamkoliv jinam.

Posledním výrazným technickým omezením, se kterým se musíme vypořádat, je nepřítomnost inženýrských sítí. Tyto sítě se budou muset nově vybudovat včetně klimatizace.

10.2.3 Požadavky na inženýrské sítě

Technické specifikace jednotlivých zařízení udávají potřebná média, která jsou nutná pro jejich chod. Součástí zadání pro technickou připravenost vybraného prostoru je variabilita umístění jednotlivých přípojek s výjimkou klimatizace. Kromě odpadů budou veškeré přípojky přivedeny do místnosti v podhledu tak, abychom dosáhli snadnosti připojení zařízení z kteréhokoli místa v místnosti. Pro technickou připravenost prostoru je nutné, aby v místnosti byly přítomny tyto přípojky a média.

- Klimatizace s filtry umožňující dosažení potřebné čistoty vzduchu
- Dusík
- Demineralizovaná voda
- Užitková voda
- Odpady včetně odpadů pro sběr chemikálií do jímek
- Vakuum
- EE 200V, EE 110V
- PC síť

10.3 Tvorba layoutu pracoviště

Při tvorbě layoutu budeme postupovat podle teorie omezení od největších omezení po ty okrajové. Celý postup rozdělíme do několika fází:

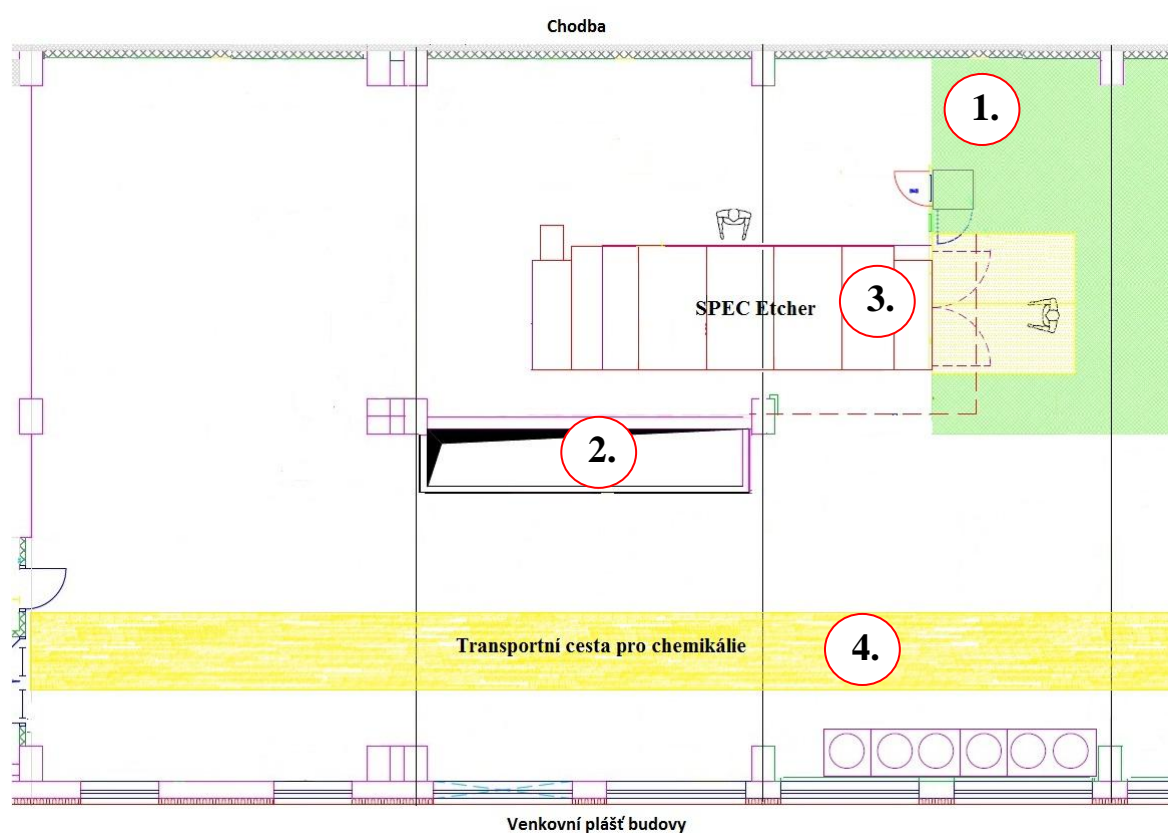
1. fáze – omezení týkající se výrobního prostoru
2. fáze – technická omezení zařízení
3. fáze – umístění měřících zařízení dle výrobního toku
4. fáze – umístění skladovacích, manipulačních ploch a bezpečnostních prvků

10.3.1 První fáze

Našimi nejvýznamnějšími omezeními tedy jsou:

1. Rozloha pracoviště
2. Umístění prostupů klimatizace
3. Umístění zařízení SPEC Etcher s výstupem do prostor s třídou čistoty 1000
4. Transport chemikálií a výrobků

Podle výpočtu rozlohy pracoviště popsané výše nám vychází, že z naší výchozí situace nemůžeme využít celou plochu místnosti. Polovinu jednoho ze čtverců tak vyhradíme na sousední výrobní prostor. Logicky to bude prostor pro CVD procesy s vyššími nároky na čistotu vzduchu. Do tohoto prostoru bude zároveň umístěn výstup ze zařízení SPEC Etcher. Vzhledem k umístění vstupu do celého prostoru máme k dispozici pouze dvě varianty řešení. Vybrána byla varianta s umístěním zařízení v horní části z důvodu umístění dopravní cesty pro transport chemikálií. Do prvního hrubého návrhu zakreslíme všechna omezení. Zároveň umístíme poblíž transportní cesty pro chemikálie zásobníky pro sudy.



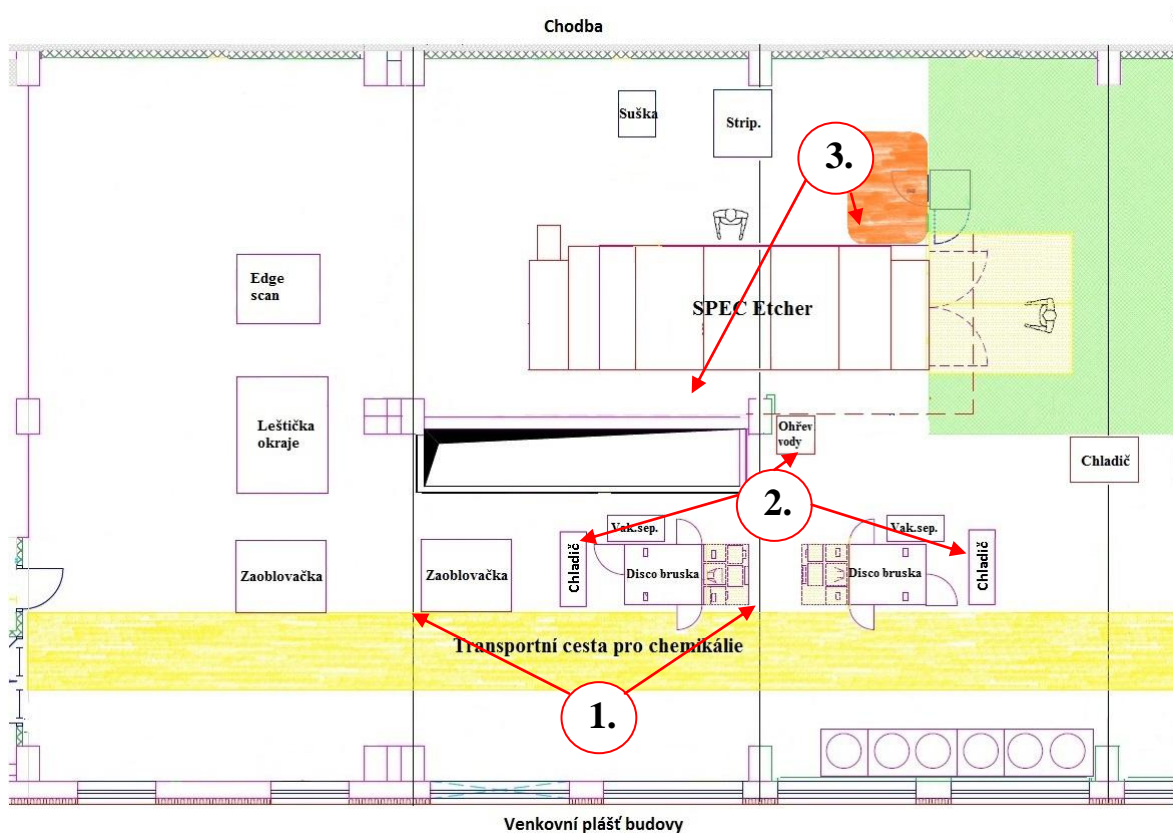
Obr. 13. Layout – první fáze (vlastní zdroj)

Požadavek na prostor byl splněn vytvořením příček oddělující prostory s různou třídou čistoty ad.1. Pro umístění prostupu klimatizace byl využit prostor mezi sloupy, který by byl jinak obtížněji využitelný ad.2. Dále bylo vyřešeno umístění automatické leptací a čistící linky SPEC ad.3, což je největší a nejvýznamnější zařízení v tomto prostoru. Tato leptací linka byla umístěna dle požadavku výstupu z linky do prostoru s vyšší třídou čistoty. Umístili jsme transportní cestu pro dovoz chemikálií pro potřeby této linky ad.4. Umístění této cesty je v tomto případě limitováno vchodem do místnosti. Prostor pro transport chemikálií je tedy nedostupný pro další využití.

10.3.2 Druhá fáze

Druhou fází je umístění zařízení tak, aby byly splněny všechny technické podmínky pro jejich provoz. V této fázi rozmístíme zařízení podle jejich omezení, která jsou:

1. Možné otřesy způsobené dilatačními spárami budovy pro zařízení Disco, zaoblovaček MEP, leštičky okraje a měřicího zařízení Edge scan
2. Dopravní zpoždění u ohříváče pro SPEC Etcher a chladičů pro Disco brusky
3. Umístění vzhledem k potřebám servisu zařízení



Obr. 14. Layout – druhá fáze (vlastní zdroj)

Všechna zařízení citlivá na otřesy byla umístěna mimo dilatační spáry ad.1. Příkladná zařízení, která mají ve technické specifikaci určenou maximální vzdálenost od stroje byla umístěna co nejbližší čímž je zajištěna stabilita kontroly teploty ad.2. U zařízení SPEC Etcher byl vyhrazen prostor pro případný servisní zásah na sušící stanici, která se vytahuje ze zařízení přes čelní stranu a zároveň byla zařízení vyžadující přístup servisu z více stran umístěna v patřičné vzdálenosti (min. 80 cm) od zdi ad.3.

10.3.3 Třetí fáze

Ve třetí fázi rozmístíme měřicí zařízení a pracoviště vizuální kontroly. Měřicí zařízení nemají taková omezení jako ostatní zařízení. Měřicí zařízení jsou všechna umístěna na konstrukci s kolečky, ke svému chodu potřebují pouze přívody elektrické energie a vakua, ty jsou k zařízení připojeny pomocí kabeláže respektive hadice. To umožňuje jejich mobilitu pro účely servisních zásahů. Z tohoto důvodu je možné rozmístění těchto zařízení přizpůsobit výrobnímu toku. Výsledkem třetí fáze tedy bude:

1. Rozmístění měřicích zařízení dle výrobního toku
2. Umístění pracoviště vizuální kontroly
3. Rozmístění materiálových propustí

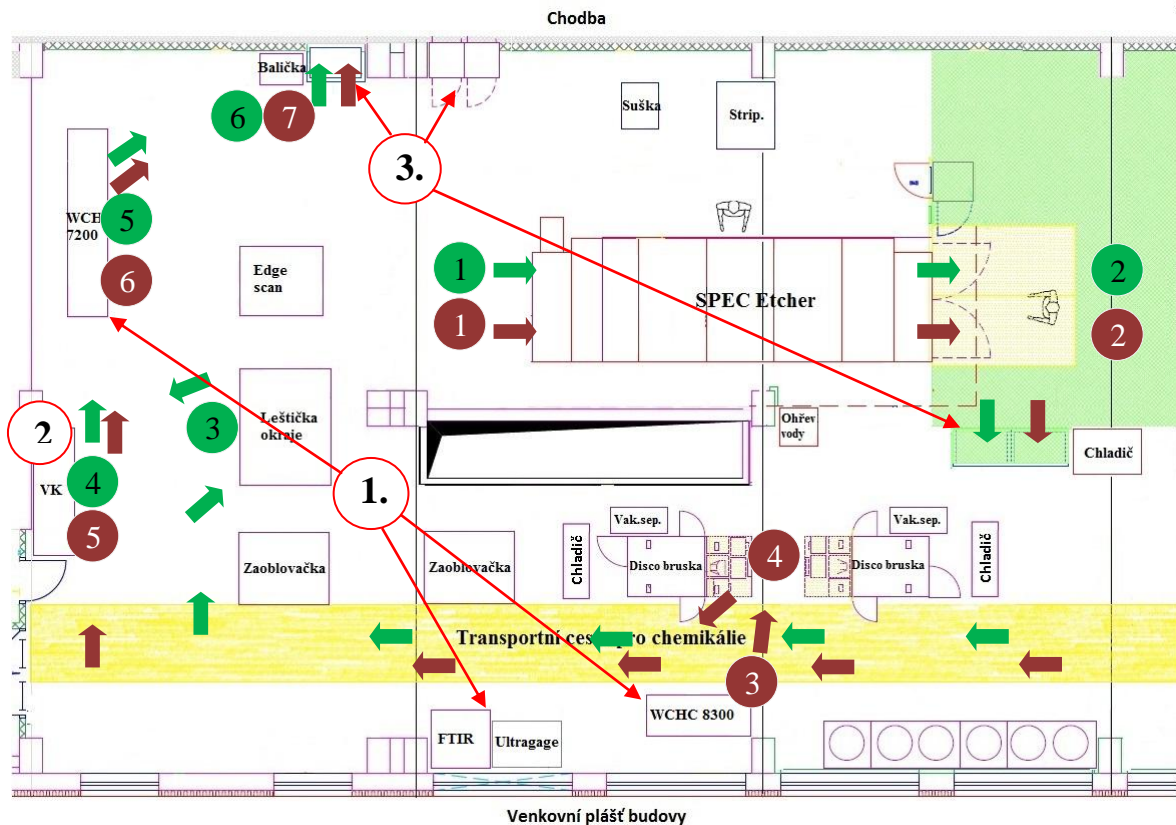
Výrobní tok na tomto pracovišti bude závislý na požadavcích zákazníka. Pro zjednodušení budeme umisťovat zařízení podle dvou nejběžnějších sledů operací vyznačených na následujícím obrázku.



Obr. 15. Typy výrobního toku
(vlastní zdroj)

V diagramech jsou označena také zařízení, na kterých bude operace prováděna.

V následujícím obrázku jsou varianty výrobního toku zaznačeny barevnými šipkami.



Obr. 16. Layout – třetí fáze (vlastní zdroj)

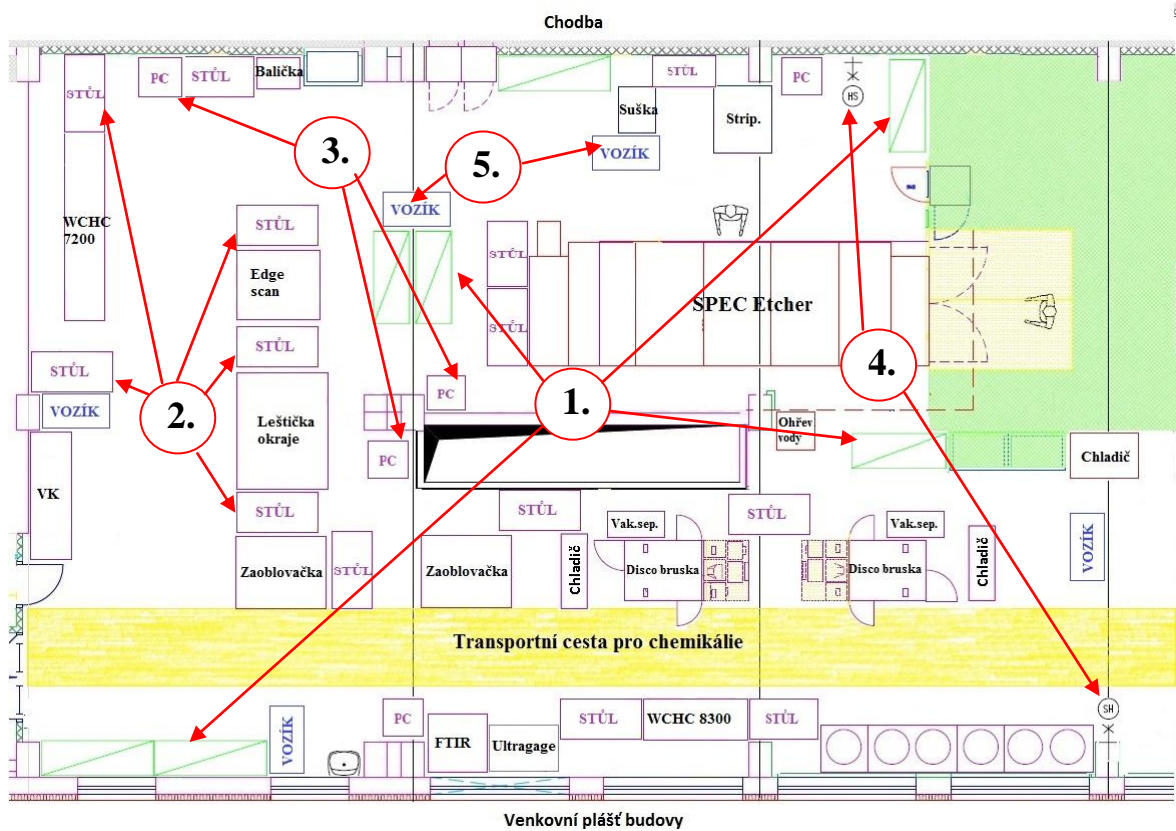
Měřicí zařízení byla umístěna dle výrobního toku vzhledem ke svým rozměrům ad.1. Bylo umístěno pracoviště vizuální kontroly ad.2. Dále jsme umístili materiálové propusti pro chemikálie, spotřební materiál a výrobků tak, aby se nacházely co nejbližší místu jejich dalšího zpracování či použití ad.3.

10.3.4 Čtvrtá fáze

Poslední fází budování layoutu těchto prostor, bude rozmístění dalších prvků nutných pro chod výroby. Vzhledem ke snadnosti případných změn však toto uspořádání nemusí být trvalé a další změny budou možné i při rozjezdu výroby v tomto prostoru. Především umístění manipulačních ploch, rozmístění pracovních přípravků, manipulačních vozíků a skladovacích regálů bude předmětem následné optimalizace.

Do těchto míst zbývá umístit:

1. Skladovací regály pro rozpracovanou výrobu
2. Manipulační stoly
3. PC pro práci s informačním systémem a pro sběr dat ze zařízení
4. Bezpečností sprchy pro případ potřísnění chemikáliemi
5. Manipulační vozíky pro transport výrobků a materiálu



Obr. 17. Layout – čtvrtá fáze (vlastní zdroj)

Skldovací regály byly umístěny u vchodu do místnosti, odkud budou přicházet výrobky z předchozí operace. Dále jsme umístili regály na místa s předpokládaným hromaděním rozpracované výroby ad.1. Rozmístěny jsou také manipulační stoly tak, aby každé zařízení mělo svůj manipulační prostor ad.2. Do prostoru bylo umístěno celkem pět počítačů, které jsou vždy v blízkosti míst pro sběr dat ad.3. Bezpečností sprchy jsou blízko prostorům, kde dochází k manipulaci s chemickými látkami ad.4. Je tak zaručena jejich snadná dostupnost.

Jako poslední byly vyhrazeny prostory pro manipulační vozíky, které jsou umístěny v blízkém sousedství regálů pro rozpracovanou výrobu ad.5.

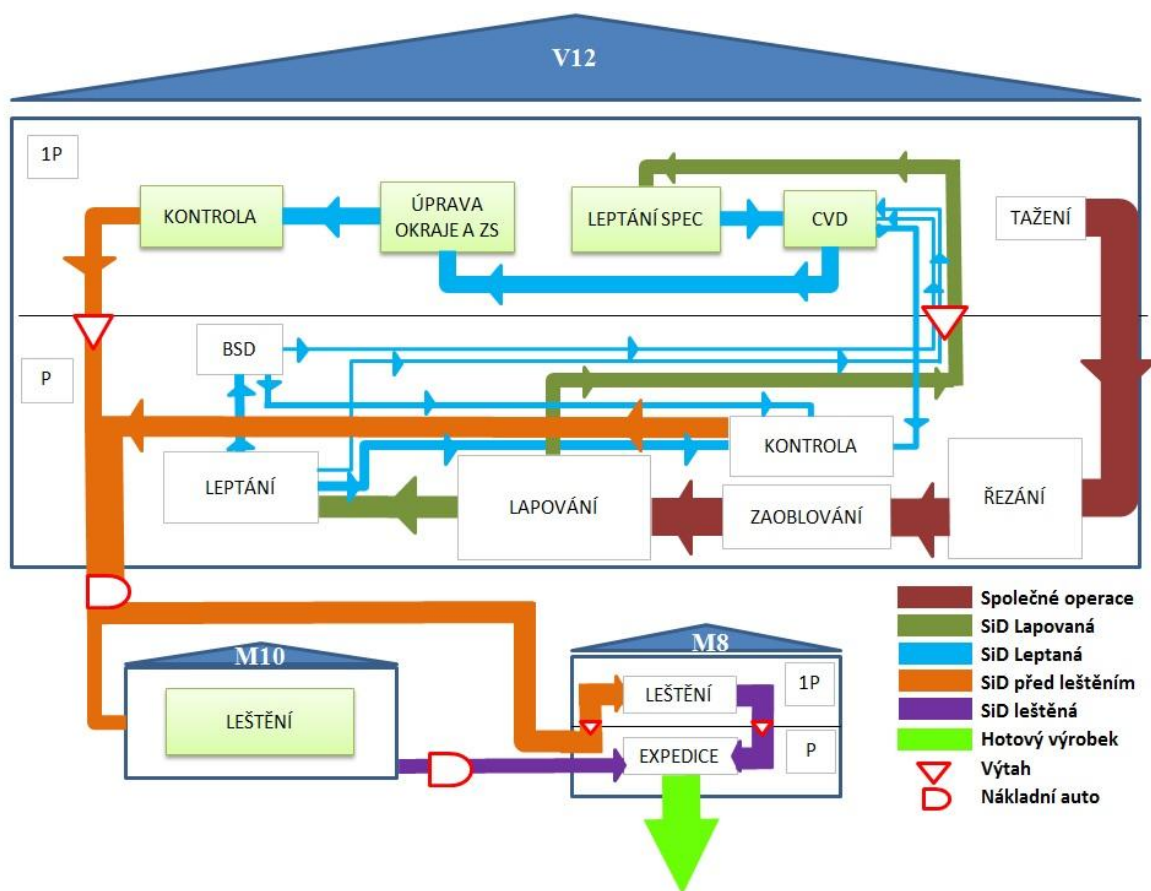
11 OPTIMALIZACE

V této kapitole se zaměříme na využití metod průmyslového inženýrství. Projekt se aktuálně nachází zhruba ve své polovině a některá zařízení jsou již nainstalována a rozjíždí se na nich výroba. V ON Semiconductor je firemní kultura na vysoké úrovni a s metodami průmyslového inženýrství se setkávají zaměstnanci neustále. Tyto metody mají také velkou podporu ze strany managementu, proto jejich aplikaci nic nebrání.

U nově budovaných prostor se otvírá příležitost od samého začátku vytvořit přehledné, ergonomické, efektivní pracoviště. Proto využití těchto metod budeme příkládat důraz už v samých začátcích.

11.1 Sankeyův diagram

Z pohledu vnitřní logistiky firmy je důležitým parametrem intenzita toku materiálu. Nejvhodnějším nástrojem, který dokáže přehledně graficky zobrazit logistické cesty uvnitř podniku je Sankeyův diagram.



Obr. 18. Sankeyův diagram ON Semiconductor (vlastní zdroj)

Diagram zobrazuje toky materiálu, v tomto případě křemíkových desek v různých fázích zpracování. Síla čar označuje procentuální množství přepraveného materiálu. Na obrázku jsou zobrazeny v současnosti využívané budovy společnosti, přičemž největší pozornost je kladena na budovu V12. V rámečcích jsou názvy jednotlivých operací a rámečky jsou umístěny tak, jak odpovídá jejich reálné umístění v layoutu. Světle vybarvená políčka jsou nově vybudovaná pracoviště v rámci expanzního projektu. Je zřejmé, že mnohem jednoduššímu toku materiálu brání samotná dispozice budovy V12. Výroba musí být rozdělena do dvou podlaží, což zvyšuje nároky na manipulaci s materiálem. Ten musí být mezi patry dopravován pomocí výtahů a tak výtahy a cesty vedoucí k nim jsou logicky nejvytíženější.

11.2 5S (5U)

Společnost metodu 5S využívá už dlouhá léta, i proto bude její aplikace poměrně jednoduchá. Každý zaměstnanec společnosti je s touto metodou obeznámen a zná její základní principy. Firemní kultura je dokonce na tak vysoké úrovni, že samotní operátoři si uvědomují její přínosy a není problém s jejich aktivním zapojením.

Při budování nových prostor v tomto projektu se budeme snažit postupně standardizovat pracoviště kolem jednotlivých zařízení tak, jak se budou postupně instalovat. Obvykle je tato metoda ve firmě spojená s tzv. tagováním, tedy označováním nálezu pomocí kartiček s různou barvou. Tyto kartičky nebudou v procesu tvorby pracoviště použity, ale budou využity až po dokončení celého projektu při procesu trvalého zlepšování.

V současné době jsou zde již přítomny pracoviště leptání, stripování, leštění okraje, vizuální kontroly a měření.

The image shows three 5S+ control tags, each with a different color header: green for 'UNNEEDED ITEMS', purple for 'SAFETY', and blue for 'DEFECT'. Each tag has a circular indicator at the top labeled 'ON Semi' and a 'Control No.' field. Below the header, there is an 'Issue' field, a 'Found By' field, and a 'Date' field. A 'Description' field with multiple lines is located at the bottom. At the very bottom of each tag, it says 'Record Tag Information on Logsheet'.

Obr. 19. Kartičky 5S (vlastní zdroj)

11.2.1 Utrdit

Prvním krokem této metody je odstranění všeho nepotřebného na pracovišti. Při budování zcela nového pracoviště bude po dlouhou dobu docházet k různým stavebním, servisním a technologickým aktivitám, které jistě zanechají své stopy. Tento krok se definitivně podaří ukončit až po nainstalování všech zařízení a rozjezdu výroby. Vzhledem k potřebám alespoň částečného chodu výroby v náběhové fázi tak zaměříme pozornost ne na celý prostor, ale pouze na jeho dílčí části, které již fungují.

Naší výchozí situací byl zcela prázdný prostor, tudíž první krok 5S bude poměrně nenáročný, jelikož pracoviště fungují pouze krátkou dobu a nejsou tedy zatíženy dlouhodobým střeďáním nepotřebných věcí. Dá se říci, že do této místnosti bylo přeneseno pouze to, co je nezbytně nutné pro chod výroby.

11.2.2 Uspořádat

Druhým krokem je systematizace. Tento krok si klade za cíl uspořádat věci na pracovišti tak, aby byly lehce dostupné pro operátory. Jasně definované pozice pro různé nástroje, pracovní pomůcky a přípravky zrychlí a zkvalitní jejich práci. Operátoři jsou vzhledem k dlouhodobému fungování 5S ve společnosti na přehledně uspořádaná pracoviště zvyklí, dodržování nastavených pravidel proto není problémem.

Po nastěhování zařízení a dalších věcí souvisejících s výrobou prakticky neexistuje žádné předepsané umístění pracovních pomůcek atd. Z tohoto důvodu bude snadné určit rozmístění pracovních pomůcek tak, aby byly snadno dostupné, jednoduše použitelné a rozmístěné dle četnosti jejich potřeby.

Při realizaci pozornost zaměříme také na prostor šatny do čistých prostor. V tomto prostoru se operátor převléká do kombinézy s antistatickou ochranou. Dále se na tomto pracovišti používá chemicky odolná obuv, vinylové rukavice a pokrývka hlavy zabraňující padání vlasů. Každý z operátorů má v šatně místo na své osobní ochranné pracovní pomůcky, krom jednorázových vinylových rukavic. Ty jsou ve dvou variantách odolnosti proti chemikáliím a ve čtyřech různých velikostech. Navíc se zde nachází i rukavice bavlněné, které někteří operátoři používají pod vinylovými proti pocení rukou. Jejich uspořádání a přehledné označení urychlí orientaci a ušetří čas při vstupu do čistých prostor. Pro jejich

zřehlednění navrhuji použít boxy z plexiskla. Průhlednost těchto boxů umožní neustálou kontrolu nad množstvím uvnitř.



Obr. 20. Původní umístění rukavic (vlastní zdroj)



Obr. 21. Návrh řešení umístění rukavic (vlastní zdroj)

Na pracovišti měření se používají pracovní měřidla, která jsou umístěna v plastových obalech a označena metrologickými štítky. Tato měřidla potřebuje operátor ke své práci několikrát denně, a proto je vhodné je umístit tak, aby k nim měl snadný přístup. Současný stav není uspokojivý, protože operátor musí dané měřidlo hledat mezi ostatními. Zakoupením a instalováním regálu pro pracovní měřidla a následným dokonalým popsáním usnadníme operátorovi orientaci. Navíc jasně označenou pozicí zároveň snižujeme riziko přehmatu operátora.



Obr. 22. Původní umístění měřidel (vlastní zdroj)



Obr. 23. Návrh řešení umístění měřidel (vlastní zdroj)

11.2.3 Udržovat

Na udržování čistoty, které se týká třetí bod metody 5S je kladen ve společnosti velký důraz. Nejde jen o vzhledově příjemné pracovní prostředí, ale také o kvalitu výrobků. V čistých prostorech jsou tedy nároky ještě vyšší. Prach, odpad, nečistoty mohou mít přímý dopad na kontaminaci křemíkových desek nežádoucími prvky. Zároveň se zaměstnanci podílejí i na čištění strojů, u kterých se tím prokazatelně snižuje jejich poruchovost. Každý operátor je zodpovědný za čistotu na svém pracovišti, kterou pravidelně kontrolují směnoví mistři a technologové.

K čistotě nepochybně patří i odpadové hospodářství. Nádoby na odpad jsou rozmisťovány do blízkosti pracovišť, aby nedocházelo ke zbytečnému přenášení odpadu na delší vzdálenosti a také aby se případné nečistoty neroznášely dále.

11.2.4 Určit pravidla

Čtvrtým bodem metody je proces standardizace, tedy sjednocení postupů pro čištění. Tyto postupy jsou umísťovány přímo na zařízení a jsou doplněny o fotografie s požadovaným stavem.

Standardizace začíná už u pracovního oděvu operátorů, kde je dán jasný postup v krocích, podle kterých se operátor postupně obléká. Standardizované oblékání pomáhá udržet čistotu oděvu, ale také zamezuje případné kontaminaci křemíkových desek sodíkem pocházejícím z potu. Viz příloha P I *Standard pro převlékání do čistých prostor*.

Nejdůležitější je standardizace čištění jednotlivých zařízení. U měřicího zařízení WCHC 7200 čistota výrazně ovlivňuje přesnost měření. Z tohoto důvodu se zařízení, přestože je umístěno v čistých prostorech, čistí jedenkrát za 12 hodin. K tomuto účelu byly zpracovány standarty pro čištění. Existuje zde totiž i riziko poškození měřících sond, takže postup při čištění je velice důležitý a všichni ho musí vykonávat stejným způsobem. Viz příloha P II *Standard pro čištění zařízení WCHC*.

11.2.5 Upevňovat

Poslední krok metody 5S se týká dodržování nastavených pravidel. Cílem tohoto bodu je kontrola dodržování stanovených pravidel. V nových prostorech budou za dodržování zásad 5S zodpovědní směnoví mistři a technologové, kteří prostory pravidelně navštěvují

a díky standardům vyvěšeným přímo na zařízení mají okamžitou možnost srovnání skutečnosti s požadovaným stavem. Nové prostory také budou zařazeny do již fungujícího programu 5S, ve kterém se schází vedoucí střediska, procesní inženýři, vedoucí servisní skupiny a společně projdou výrobní prostory a zkontrolují stav odstranění starých nálezů a označí nálezy nové.

Tyto pravidelné kontroly zajistí u operátorů povědomí o tom, že pořádek na pracovišti je důležitou součástí jejich práce.

11.3 Kapacitní propočty

Vzhledem k dobrým podkladům od dodavatelů zařízení jsme již v této fázi projektu schopni vypočítat celkovou propustnost této nové dílny. Tato čísla nám přiblíží možnosti dalšího růstu produkce hlavně desek o průměru 200 mm, které jsou větším potenciálem pro budoucnost.

Při tvorbě kapacitního modelu budeme vycházet jednak z kapacity zařízení, které udává technická dokumentace, ale také z časového fondu, který máme k dispozici. Udávanou kapacitu navíc ponížíme o 10 %. Důvodem je zkušenost z dostupnosti zařízení ve společnosti, u kterých se pohybuje OEE okolo hranice 80 %.

Ve společnosti probíhá nepřetržitý provoz, ve dvou 12 hodinových směnách. Využitelný fond je pro každou směnu 11 hodin, zbývající hodina jsou přestávky v práci.

Následující tabulka zobrazuje kapacity pro jednotlivé skupiny produktů.

Tab. 11. Kapacitní model (vlastní zdroj)

Zařízení	Počet zařízení	Desky 5,6"			Desky 8"			Volná kapacita [ks/měsíc]
		[ks/min]	Kapacita [ks/měsíc]	Plán [ks/měsíc]	[ks/min]	Kapacita [ks/měsíc]	Plán [ks/měsíc]	
SPEC Etcher	1	3,106	114800	56000	3,106	114800	28000	30 800
Leštička okraje	1	1,358	50176	0	1,152	42560	28000	14 560
Stripovačka	1	0,909	33600	22400				
Zaoblovačka (2x)	2	1,427	52752	39984				
Disco (2x)	2	0,682	25200	14000	0,388	14336	2800	5 672
WCHC 7200, 8300	2	3,258	120400	109200	1,470	54320	28000	15 687
Ultrage	1	1,136	42000	8400	0,492	18200	2800	11 760
FTIR	1	1,364	50400	8400	0,568	21000	2800	14 700
Edge scan	1	0,758	28000	0	1,061	39200	2800	36 400

V tabulce je také sloupec, který zobrazuje volnou kapacitu pro 8“. Toto číslo předpokládá, že výroba 5 a 6“ desek zůstane na stejné úrovni a zbývající strojový čas bude využit právě pro výrobu 8“ desek, které mají větší potenciál do budoucna. Existence kapacitní rezervy umožní případný další růst objemu produkce, i když z tabulky je patrné, že v nejběžnějším výrobním toku je maximální navýšení možné pouze o volnou kapacitu leštičky okraje. I tak je potencionální nárůst prakticky polovinou plánovaného výrobního množství.

12 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Divize výroby křemíku společnosti ON Semiconductor dodává své produkty výhradně zákazníkům uvnitř korporace. Tento fakt se odráží i v cenových kalkulacích návratnosti celého expanzního projektu.

Cílem rožnovské společnosti tak není vytváření zisku, jak ho běžně vnímáme. Jelikož výroba křemíku nedodává své výrobky přímo na spotřebitelský trh, ale vyrábí polotovar pro ostatní výrobní pobočky společnosti. Jejím hlavním cílem je dodávat produkty levněji, než jsou srovnatelné produkty nabízeny konkurencí vně společnosti.

Jelikož finanční data patří mezi obchodní tajemství společnosti, budou veškerá čísla zkreslena koeficientem.

Náklady uvedené v následující tabulce jsou pouze kvalifikovaným odhadem nákladů skutečných. Vzhledem k rozsáhlosti projektu lze předpokládat vícenáklady vyplývající z realizace stavebních úprav, nákladů na pořízení náhradních dílů, vybavení pracovišť atd. Čísla jsou uvedena v amerických dolarech.

Tab. 12. Náklady na projekt (vlastní zdroj)

Položka	USD
Nákup zařízení	7 800 000
Nákup budov	650 000
Stavební úpravy budov	4 160 000
Náklady na zázemí (médiá)	2 800 000
Celkové náklady na projekt	15 410 000

12.1 Návratnost investice

Finanční návratnost investice do expanzního projektu ve výrobě křemíku je hodnocena velikostí úspor v nákupu u odběratelů. Od kalkulovaných úspor se bude odvíjet návratnost investice. Ve výpočtu návratnosti budeme pracovat s realistickou variantou z rizikové analýzy. Do návratnosti investice zahrneme i předpokládaný lineární nárůst výroby po kvalifikování produktů u zákazníka. Startovací kapacitou pro nás bude využití 25 % z plánovaných kapacit. Výroba má podle harmonogramu růst rovnoměrně po dobu 5-ti měsíců.

Při počítání celkové návratnosti investice budeme vycházet z celkových nákladů na projekt, které činí 15 410 000 USD.

Tab. 13. Návratnost v náběhové fázi výroby (vlastní zdroj)

Návratnost	Nárůst 6''	Narůst 8''	FN	Kalkulovaná úspora
1. měsíc	11200	5600	234 666,67	- 77 118,46
2. měsíc	22400	11200	234 666,67	80 429,75
3. měsíc	33600	16800	234 666,67	237 977,96
4. měsíc	44800	22400	234 666,67	395 526,17
5. měsíc	56000	28000	234 666,67	553 074,38
Celkem v náběhové fázi				1 189 889,81

V náběhové fázi trvající prvních pět měsíců výroby se vrátí 1 189 890 USD. Zbývající náklady na projekt tedy budou 14 220 110 USD. Dále vypočítáme návratnost zbývajících investičních prostředků.

$$DN_z = \frac{ZN}{KÚ} [m] \quad (12)$$

$$DN_z = \frac{14220110}{553074} [m]$$

$$DN_z = 25.7 [m]$$

DN_z – doba návratnosti zůstatku v měsících

ZN – zůstatek investice

$KÚ$ – kumulovaná úspora za měsíc

Celková doba návratnosti investice bude součtem doby trvání náběhové fáze návratnosti zbytku investice.

$$CN = DN_z + 5 \quad (13)$$

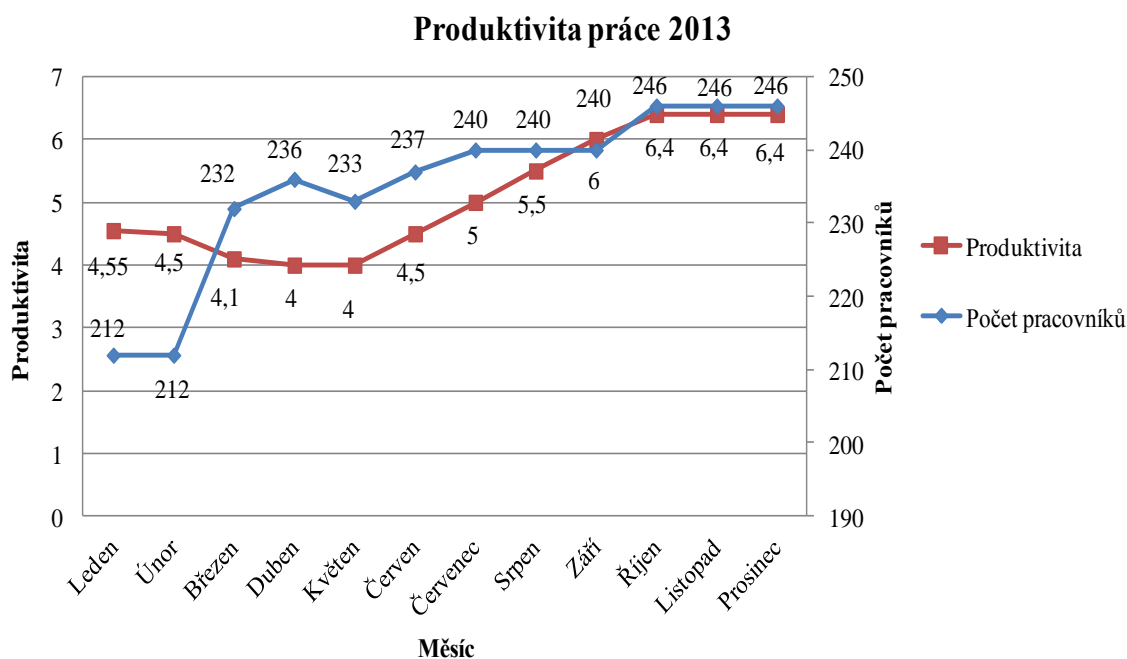
$$CN = 30,7 [m]$$

CN – celková návratnost investice v měsících

Vzhledem k vysokému objemu investic lze považovat návratnost v délce 2,5 roku za velmi dobrou, což potvrzuje životaschopnost tohoto projektu s obrovským potenciálem do budoucna.

12.2 Produktivita práce

Díky automatizaci je očekáván také vývoj v úrovni produktivity práce. V grafu níže je odhad produktivity práce v roce 2013.



Graf. 3. Produktivita práce (vlastní zdroj)

Podle harmonogramu projektu můžeme vidět nejprve stav produktivity práce před zahájením projektu na úrovni 4,55 desek na odpracovanou hodinu a jednoho operátora. Následuje pokles úrovně produktivity, což je daň z nábory nových pracovníků, které budeme v budoucnu potřebovat. Jejich zaučení tedy sníží produktivitu na hodnotu okolo 4. Od června roku 2013 je v plánu zahájení náběhové fáze výroby a s tím je plánován i růst produktivity práce. Ve výhledu je růst produktivity práce okolo 29 %. Toto vysoké číslo se opírá jednak o vyšší automatizaci nových výrobních linek, ale také o vhodnější uspořádání zařízení.

12.3 Rizika projektu

Žádný investiční projekt není bez jistých rizik. Jako nejvýznamnější rizika byly identifikovány rizika finanční, tržní, technologická a personální.

Finanční a ekonomická rizika

Jelikož jde o investiční projekt, je zde velké riziko nesprávného odhadu návratnosti investice. Toto riziko souvisí úzce už s vyčíslením celkových nákladů. Velké investiční projekty se často potýkají se zvýšením finanční náročnosti v průběhu projektu. Toto riziko je tedy reálné i v tomto případě. Dalším rizikem je riziko měnové. Jelikož jak náklady i předpokládané příjmy z investice jsou kalkulovány v amerických dolarech, je zde riziko nepříznivého vývoje měnového kurzu.

Tržní rizika

Tržní rizika jsou poměrně významná, jelikož trh polovodičových výrobků zaznamenává poměrně velké výkyvy. Je to dáno jednak výkyvy ve spotřebě koncových zákazníků, ale také rychlostí technického pokroku. Uvedení nových technologií (dotykové telefony, MP3 přehrávače atd.) přináší vždy velké oživení trhu.

Technologická a technická rizika

Do technologických rizik ohrožující tento projekt patří převážně rizika vnitřní. Zavádění nových technologií sebou nese riziko nezvládnutí nových technologických procesů, nepředvídatelnost v oblasti spolehlivosti zařízení, kapacit zařízení a také neplné využití jejich schopností. Dalším výrazným rizikem je špatné rozmístění strojů snižující možnosti jejich využití.

Personální rizika

Vysoké požadavky na odbornou způsobilost zaměstnanců způsobují pro společnost riziko nenalezení vhodného personálního obsazení nově vzniklých pracovních pozic. Největší riziko je v oblasti nábory nových technologů. Špatný výběr může způsobit problémy při rozjezdu nových technologií a následné ohrožení celého projektu. Riziko se však týká i personálního obsazení operátorských pozic.

Přehledně jsou rizika a jejich dopady uvedeny v následující tabulce.

Tab. 13. Analýza rizik (vlastní zdroj)

Riziko	Pravděpodobnost výskytu	Dopad	Opatření
Finanční rizika			
Nesprávný odhad nákladů na projekt	70 %	Prodloužení návratnosti investice	Navýšení předpokladu o bezpečnostní rezervu
Nepříznivý vývoj měnového kurzu	10 %	Prodražení projektu	Pojištění proti výkyvu měnového kurzu
Nedodržení rozpočtu	40 %	Prodloužení návratnosti investice, zvýšení zadluženosti	Smluvní vztahy nepřipouštějící vícepráce
Tržní rizika			
Výrazný pokles poptávky	10 %	Krátkodobě ztrátovost firmy, dlouhodobě povede k jejímu uzavření	Žádné
Změna požadavků zákazníka	20 %	Nutná změna technologických procesů	Žádné
Technologická a technická rizika			
Nezvládnutí technologických procesů	30 %	Nedodržení harmonogramu	Pečlivý výběr zaměstnanců
Nevhodný layout	50 %	Snížený výstup linky	Vhodně sestavený tým, vhodně vybrané metody PI
Špatně provedené stavební práce	10 %	Zdržení projektu	Stavební dozor
Personální rizika			
Neobsazení nových pozic kvalitními pracovníky	30 %	Zdržení projektu	Přijetí nových zaměstnanců s dostatečným předstihem a jejich školení

12.3.1 Varianty vývoje projektu

Výše uvedená rizika poslouží ke zpracování scénářů vývoje od optimistického po katastrofický.

1. Optimistická varianta

Společnosti se podaří projekt zvládnout v předstihu před harmonogramem. Projekt nebude generovat žádné vícenáklady. Podaří se technologicky i technicky zvládnout výrobu nových produktů a překročit plánovanou cílovou kapacitu o 20 % a pro tyto produkty najít odběratele. Sníží se variabilní náklady a zrychlí se tak návratnost projektu. Měnový kurz bude stabilní. Pravděpodobnost této varianty je odhadována na 15 %.

2. Realistická varianta

Projekt bude dokončen s mírným zpožděním bez vícenákladů nebo pouze s minimálním navýšením. Technologicky se podaří zvládnout výrobní procesy, variabilní náklady budou na plánované úrovni. Stabilní situace na trhu zajistí odbyt na úrovni maximální vytíženosti výroby. Pravděpodobnost varianty je 70 %.

3. Pesimistická varianta

V rámci projektu se podaří dosáhnout plánovaných kapacit se zpožděním, ale s vyššími provozními náklady. Nezvládnutí technologie výroby zvýší variabilní náklady na úroveň, při které dojde k prodloužení doby návratnosti o více jak 50 %. Na trhu bude krátkodobý pokles poptávky po elektronických součástkách, následkem toho dojde k poklesu výroby a prodloužení doby návratnosti projektu o dalších 50 %. Pravděpodobnost této varianty je 10 %.

4. Katastrofická varianta

Společnosti se nepodaří projekt dokončit. Nezvládnou technologii výroby, produkty neprojdou kvalifikačními procesy u zákazníka. Toto zpoždění zdraží celý projekt. Zároveň vlivem poklesu poptávky se sníží počet objednávek na produkty ze stávající výrobní linky. Firma nebude mít prostředky na splácení úvěrů. Krátkodobě ji na trhu udrží mateřská firma, dlouhodobě bude směřovat k zániku. Pravděpodobnost varianty je 5 %.

Riziková analýza nastínila scénáře možného vývoje. Jelikož je rožnovská společnost součástí nadnárodní skupiny a poptávka po jejích produktech je vysoká, lze předpokládat, že vývoj bude probíhat podle realistické nebo i optimistické varianty.

12.4 Zhodnocení projektu

Cílem této práce bylo pomocí aplikace metod průmyslového inženýrství navrhnout nový layout pracoviště a zavést metody 5S a vizualizaci již v raném stádiu realizace projektu.

V první fázi byla pozornost upřena na stanovení časového harmonogramu činností a definování cílů projektu. Samotná praktická část spočívala nejprve v nalezení vhodného umístění nového pracoviště. Byla vypočtena požadovaná plocha a stanoveny technické požadavky na místnost. Díky přesnému výpočtu potřebné plochy se zamezilo budoucímu plýtvání. Každý m² plochy čistých prostor navíc zbytečně navyšuje fixní náklady. Na nově vybudovaném pracovišti leptání a úpravy okraje bylo navrženo takové rozmístění strojů, které splňuje požadavky jak vzhledem k technickým omezením místnosti, tak výrobnímu toku. Sankeyův diagram však ukázal, že celofiremní materiálový tok není ideální. Lepšímu materiálovému toku snižujícímu míru manipulace však brání konstrukce samotné budovy a roztrhanost výroby do více objektů. Včasné zavedení metody 5S přineslo nejen odstranění všech přebytečných věcí na pracovišti pocházejících z již ukončených stavebních prací, ale také standardizaci v oblasti převlékání při vstupu do čistých prostor, péči o zařízení, uspořádání pracovních měřidel, spotřebního materiálu apod. Součástí aplikace metody 5S byly také prvky vizualizace, které přinesly jasné vymezení umístění odpadních nádob, pracovních postupů při čištění, označení veškerých přívodů médií apod.

Kapacitní propočty ukázaly, že je v technických možnostech i další růst produkce, což by výrazně urychlilo návratnost celého projektu. Taktéž výhled růstu produktivity práce by v případě naplnění předpokladů přinesl snížení variabilních nákladů a zrychlení návratnosti investice. Optimalizace metodami PI může přinést další zvýšení produktivity práce. Po dokončení projektu se mohou začít aplikovat metody jako TPM, Andon, Poka-yoke a Kaizen, které v sobě skrývají velký potenciál.

Celý projekt je tak logickou reakcí na vysokou poptávku po křemíkových deskách a důležitým krokem k posílení pozice ON Semiconductor na trhu.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce byla aplikace vybraných metod průmyslového inženýrství ve společnosti ve výrobě křemíkových desek společnosti ON Semiconductor.

V teoretické části práce jsem na základě literárních pramenů a jiných zdrojů popsal základní pojmy z oblasti výroby, projektového řízení a průmyslového inženýrství. Jako teoretické podklady k vypracování analytické části byla vysvětlena analýza bodu zvratu, ukazatel OEE, výrobní takt, produktivita a efektivita. V dalších částech práce jsem se zaměřil na vybrané metody průmyslového inženýrství. V teoretické části jsou objasněny postupy pro tvorbu Ganttova diagramu, metody hierarchického rozkladu činností WBS a tvorby štíhlého layoutu. Popsána byla také metodika 5S, vizuálního managementu a Sankeyova diagramu.

V analytické části jsem se zabýval současným vývojem poptávky po produktech společnosti. V současné době existuje vysoká poptávka po jejich produktech, kterou již není společnost schopna uspokojit. Po porovnání výrobního taktu s taktům zákazníka a po přezkoumání aktuálního vytížení výrobní linky bylo zjištěno, že stávající výrobní provoz společnosti se již nemůže výrazně kapacitně rozvíjet se současným strojním vybavením. Jako logický závěr z analýzy současného stavu bylo rozhodnuto o realizaci expanzního projektu. V projektové části práce se zabývám časovým ohraničením projektu, pomocí metody logického rámce také stanovením jeho cílů a zdrojů pro jejich ověření. V další části se zabývám realizací projektu na vybraném pracovišti leptání a úpravy okraje. Tato část je zaměřena především na tvorbu layoutu nového pracoviště. Tvorba layoutu byla rozdělena do čtyř fází odstraňující jednotlivá omezení týkající se budovy firmy, technických požadavků na zařízení a jejich servis, výrobního toku a vnitřní logistice pracoviště. Již od počátku budování nových výrobních prostor byly a jsou zaváděny metody vedoucí k optimalizaci a standardizaci chodu pracoviště. Byly popsány dílčí kroky zavedení metody 5S, vizualizace a byla zhodnocena intenzita materiálových toků ve společnosti.

Na závěr byl projekt hodnocen pomocí ekonomických ukazatelů, které prokázaly jeho návratnost. Na základě rizikové analýzy byly vypracovány varianty možného budoucího vývoje projektu, byl zhodnocen dopad na produktivitu práce a vytvořený kapacitní model ukázal možnosti dalšího růstu a tím zrychlení návratnosti investice.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ANDRÝSEK, Leoš, 2006. *Možnosti průmyslového inženýrství* [online]. [cit. 2013-05-30]. Dostupné z: <http://modernirizeni.ihned.cz/c1-19494840-moznosti-prumysloveho-inzenyrstvi>
- API, 2005. *Průmyslové inženýrství* [online]. [cit. 2013-05-30]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>
- DEEP IN IT, 2010. *Intel uvádí procesory vyráběné 32nm technologií* [online]. [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/blize-o-procesorech-turbo-v-cpu-i-gpu>
- DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁČHAL a Branislav LACKO, 2009. *Projektový management podle IPMA*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2848-3.
- HAMMER, Michael a James CHAMPY, 2000. *Reengineering – radikální proměna firmy*. 3. vydání. Praha: Management Press. ISBN 80-7261-028-7.
- HLAVENKA, Bohumil, 2005. *Projektování výrobních systémů : Technologické projekty I*. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 80-214-2871-6.
- CHVALOVSKÝ, Václav, 2005. *Řízení projektů aneb překážkový běh na dlouhou trať*. 1. vyd. ASPI, a.s. ISBN 80-7357-085-8.
- I-FIVE, 2013. *Lean Manufacturing Implementation & Services* [online]. [cit. 2013-07-16]. Dostupné z: <http://www.ifiveconsultants.com/services/lean-manufacturing-implementation-services/>
- IMAI, Masaaki, 2008. *Gemba Kaizen : Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Brno: Computer Press. ISBN 80-251-0850-3.
- JANATA, Jiří, 2008. *Pojištění a management rizik v makléřském obchodě*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-66-5.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck. ISBN 80-7179-471-6.
- KLEČKA, Jiří, 2007. *Produktivita a její měření – nové přístupy* [online]. [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.ekonomikaamanagement.cz/cz//clanek-produktivita-a-jeji-mereni-nove-pristupy.html>

KOŠTURIÁK, Jan, 2005. Quo Vadis Lean? *Moderní řízení*. roč. XL, č.9. Praha: *Economia*, s. 34-38. ISSN 0026-8720.

LBMS, © 2002-2013. *Lbms.cz* [online]. [cit. 2013-07-14]. Dostupné z: <http://www.lbms.cz/Kurzy/popis/zaklady-rizeni-projektu.htm>

MARTIN, Paula a Karen TATE, 2005. *Management projektů – Memory Jogger*. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost. ISBN 80-02-01732-3.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-1-2.

MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI, 2012. *Obchodní rejstřík a sbírka listin*. [online]. [cit. 2013-08-07]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-vypis?subjektId=isor%3a567550&typ=full&klic=y6p607>

NĚMEC, Vladimír, 1998. *Řízení a ekonomika firmy*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-7169-613-7.

ON SEMICONDUCTOR, 2013. [online]. [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://www.onsemi.com/PowerSolutions/content.do?id=15000>

PHINEAS, 2013. *Sample Diagrams in e!Sankey* [online]. [cit. 2013-08-07]. Dostupné z: <http://www.sankey-diagrams.com/>

POSTER, Keith a Mike APPLGARTH, 2006. *Projektový management*, 1. vyd. Praha: Portál. ISBN 80-7367-141-7.

SALVENDY, Gavriel, 1982. *Handbook of industrial engineering*. 1. vyd. USA: Wiley Interscience Publication. ISBN: 0-471-05841-6.

SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS, 2010. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 3., rozšířené a aktualizované vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3051-6.

SVĚTLÍK, Vladimír, 2003. *Automa Sledování prostojů a celkové efektivity výrobních zařízení*. [online časopis]. [cit. 2013-05-28]. číslo 10. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28950

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Havlíčkův Brod: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3938-0.

SYNEK, Miloslav et al., 2003. *Manažerská ekonomika*. 3.vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-0515-X.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. 2. upravené vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.

UNIVERSITY OF DAYTON, 2001. *Industrial Engineering*. [online]. [cit. 2013-05-30]. Dostupné z: <http://campus.udayton.edu/~hume/IndustEng/industeng.htm>.

VOCHOZKA, Marek, MULAČ Petr et al., 2012. *Podniková ekonomika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4372-1.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů - Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství Liberec. ISBN 80-902235-3-2.

WIKIPEDIE. *Otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2013-07-14]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Gantt%C5%AFv_diagram.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

5S	Metodika pro eliminaci plýtvání na pracovišti
APCVD	Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition
BSD	Backside Damage
BZ	Bod Zvratu
CT	Cycle Time
CVD	Chemical Vapor Deposition
LPCVD	Low Pressure Chemical Vapor Deposition
OEE	Overall Equipment Effectiveness
SLEPT	Social, Legal, Economic, Political and Technology
SWOT	Strenghts, Weaknesses, Oportunities, Threats
TPM	Total Productive Maintenance
WBS	Work Breakdown Structure

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Fáze přípravy projektu (Poster a Applegarth, 2006)</i>	19
<i>Obr. 2. Klasické metody PI (Mašín, 2005)</i>	28
<i>Obr. 3. Výrobní systém Toyoty (Vochozka a Mulač, 2012)</i>	29
<i>Obr. 4. Vlivy působící na produktivitu (Mašín a Vytlačil, 2000)</i>	31
<i>Obr. 5. Průběh 5S (I-Five, 2013)</i>	42
<i>Obr. 6. Sankeyův diagram (Phineas, 2013)</i>	44
<i>Obr. 7. Logo společnosti (ON Semiconductor, 2013)</i>	46
<i>Obr. 8. Leštěná křemíková deska (ON Semiconductor, 2012)</i>	47
<i>Obr. 9. Křemíková deska s čipy (Deep in IT, 2010)</i>	48
<i>Obr. 10. Výrobní proces křemíkových desek (vlastní zdroj)</i>	50
<i>Obr. 11. Výrobní tok nově budovaných pracovišť (vlastní zdroj)</i>	61
<i>Obr. 12. Výchozí situace nového pracoviště (vlastní zdroj)</i>	64
<i>Obr. 13. Layout – první fáze (vlastní zdroj)</i>	66
<i>Obr. 14. Layout – druhá fáze (vlastní zdroj)</i>	67
<i>Obr. 15. Typy výrobního toku (vlastní zdroj)</i>	68
<i>Obr. 16. Layout – třetí fáze (vlastní zdroj)</i>	69
<i>Obr. 17. Layout – čtvrtá fáze (vlastní zdroj)</i>	70
<i>Obr. 18. Sankeyův diagram ON Semiconductor (vlastní zdroj)</i>	72
<i>Obr. 19. Kartičky 5S (vlastní zdroj)</i>	73
<i>Obr. 20. Původní umístění rukavic (vlastní zdroj)</i>	75
<i>Obr. 21. Návrh řešení umístění rukavic (vlastní zdroj)</i>	75
<i>Obr. 22. Původní umístění měřidel (vlastní zdroj)</i>	75
<i>Obr. 23. Návrh řešení umístění měřidel (vlastní zdroj)</i>	75

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Logický rámeček – vzor (LBMS, 2002)</i>	20
<i>Tab. 2. Ganttův diagram (Wikipedie, 2013)</i>	21
<i>Tab. 3. Kapacity výrobní linky (vlastní zdroj)</i>	53
<i>Tab. 4. Fixní a variabilní náklady společnosti (vlastní zdroj)</i>	54
<i>Tab. 5. Logický rámeček – hlavní cíle (vlastní zdroj)</i>	57
<i>Tab. 6. Logický rámeček – dílčí cíle (vlastní zdroj)</i>	57
<i>Tab. 7. Logický rámeček – výstupy projektu (vlastní zdroj)</i>	58
<i>Tab. 8. Logický rámeček – projektové aktivity (vlastní zdroj)</i>	58
<i>Tab. 9. Ganttův diagram projektu (vlastní zdroj)</i>	59
<i>Tab. 10. Seznam zařízení (vlastní zdroj)</i>	62
<i>Tab. 11. Kapacitní model (vlastní zdroj)</i>	77
<i>Tab. 12. Náklady na projekt (vlastní zdroj)</i>	79
<i>Tab. 13. Návrhovatelnost v náběhové fázi výroby (vlastní zdroj)</i>	80
<i>Tab. 13. Analýza rizik (vlastní zdroj)</i>	83

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf. 1. Bod zvratu (Synek et al., 2003)</i>	24
<i>Graf. 2. Vývoj produktivity (vlastní zdroj)</i>	51
<i>Graf. 3. Produktivita práce (vlastní zdroj)</i>	81

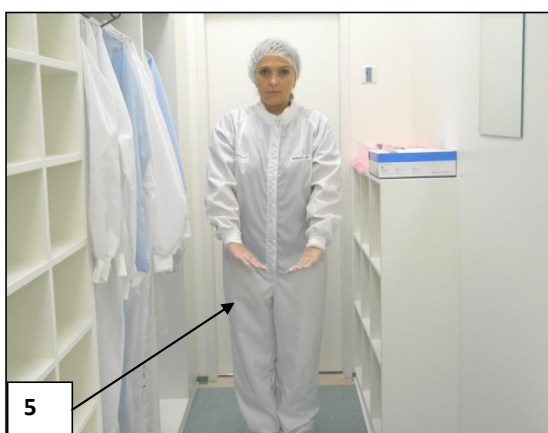
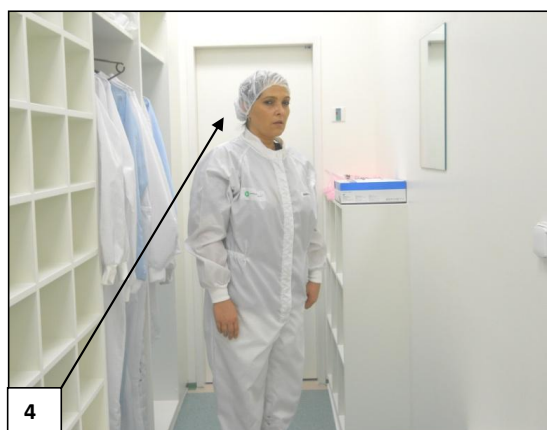
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Standard pro převlékání do čistých prostor

Příloha P II: Standard pro čištění zařízení WCHC

PŘÍLOHA P I: STANDARD PRO PŘEVLEKÁNÍ DO ČISTÝCH PROSTOR

OBLÉKÁNÍ



POSTUP:

VYZUTÍ OBUVI STŘ.3021 , OBLÉKNUTÍ KOMBINÉZY , OBUTÍ OCHR.OBUVI DO PROSTOR 3022 , SÍTKA , OCHR. BRÝLE , OCHR.RUKAVICE.

PŘÍLOHA P II: STANDARD PRO ČIŠTĚNÍ ZAŘÍZENÍ WHCH

Pracoviště: WCHC		Provedení předepsaných úkonů: Zodpovědnost za provedení předepsaných úkonů:				operátor mistr, sm. technolog	
1.		CO - POPIS, SPECIFIKACE	Perioda	čím	Kdo	Poznámka	Doba trvání
		Sťižka s demineralizovanou vodou se naplní na operaci leptání nebo stripování	1x24h	DI voda	Operátor leptání/stripování	Musí být dodrženy veškeré zásady bezpečnosti práce.	2 min
2.		CO - POPIS, SPECIFIKACE	Perioda	čím	Kdo	Poznámka	Doba trvání
		Bezprašná utěrka se navlhčí DI vodou	1x12h	bezprašná utěrka+DI voda	operátor měření	Utěrka musí být pouze navlhčena. Hrozí zatečení vody do rozvodů vakua a elektroniky.	30 s
3.		CO - POPIS, SPECIFIKACE	Perioda	čím	Kdo	Poznámka	Doba trvání
		Čištění vakuových přísavek provádíme kruhovými pohyby.	1x12h	bezprašná utěrka+DI voda	operátor měření	Použij vinylové rukavice.	1 min
4.		CO - POPIS, SPECIFIKACE	Perioda	čím	Kdo	Poznámka	Doba trvání
		Čištění pásu probíhá mimo vakuové přísavky a sondy.	1x12h	bezprašná utěrka+DI voda	operátor měření	Na pás se nevyvíjí velký tlak, může dojít k jeho spadnutí z vodicích kladek.	-
5.		CO - POPIS, SPECIFIKACE	Perioda	čím	Kdo	Poznámka	Doba trvání
		Zapneme pohon pásu v Gage mode → Belt → Move step. Opakovaným mačkáním klávesy PD spustíme pohon pásu.	1x12h	bezprašná utěrka+DI voda	operátor měření	V závislosti na délce pásu opakujeme činnost cca 10-25x.	2 min