



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

NÁVRH NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍ LINKY BS UNIT VE VÝROBNÍ SPOLEČNOSTI

THE PROPOSAL OF BS UNIT PRODUCTION LINE IMPROVEMENT IN THE PRODUCTION COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Tesař

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav managementu
Student: **Bc. Michal Tesař**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Řízení a ekonomika podniku
Vedoucí práce: **Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh na zlepšení výrobní linky BS Unit ve výrobní společnosti

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Navrh zlepšení výrobní linky BS Unit založené na principech štíhlého řízení.

Základní literární prameny:

BARTOŠEK, Vladimír, Josef ŠUNKA a Matuš VARJAN. Logistické řízení podniku v 21. století. 1. vyd. Brno: CERM, 2014. ISBN 978-80-7204-824-3.

KERBER, Bill. a Brian J. DRECKSHAGE. Lean supply chain management essentials: a framework for materials managers. London: CRC Press, 2011. ISBN 9781439840825.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

MAŠÍN, Ivan. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.

SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně dne 28.2.2017

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřuje na analýzu současného stavu výrobní linky BS Unit ve společnosti Daikin Device Czech Republic, s.r.o. s ohledem na materiálové toky a pohyb pracovníků. Hlavním výstupem je návrh opatření na zlepšení současného výrobního procesu. První část práce postupně popisuje základní pojmy a metody z oblasti průmyslového inženýrství. Tyto poznatky jsou následně použity v analytické části pro zpracování dat a návrhu řešení.

Klíčová slova

Průmyslové inženýrství, Spaghetti diagram, Procesní analýza, Vizuální management, Materiálový tok

Abstract

The thesis focuses on the analysis of the current production system on the production line BS Unit in the company Daikin Device Czech Republic, s.r.o. in terms of material flow and move of worker. The main outcome is the proposal of precaution for improvement of the currently production of proces. The first part of the thesis describes the basic terms and methods from the field of industrial engineering. These findings are then used for data analysis and for the solution proposal in the analytical part.

Key words

Industrial engineering, Spaghetti Diagram, Process Analysis, Visual management, Material flow

Bibliografická citace Bakalářské práce:

TESAŘ, M. *Návrh na zlepšení výrobní linky BS Unit ve výrobní společnosti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 84 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D..

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 15. května 2017

.....

podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Vladimíru Bartoškovi, Ph.D. za všestrannou pomoc při zpracování této diplomové práce. Dále pak společnosti Daikin Device Czech Republic s.r.o., která mi poskytla prostor a dostatečnou podporu při zpracovávání dané problematiky. Mé sestře za zpětnou vazbu a v neposlední řadě všem, kteří mě během mého studia podporovali, anebo k němu jakýmkoliv způsobem přispěli.

Obsah

Úvod.....	11
Cíle práce, metody a postupy zpracování	12
1. Teoretická část	13
1.1. Štíhlý podnik	13
1.1.1. Štíhlá výroba	15
1.1.2. Management úzkých míst	16
1.2. Proces	17
1.2.1. Princip neustálého zlepšování procesu	18
1.3. Plýtvání v procesech	18
1.4. Průmyslové inženýrství	20
1.4.1. Rozdělení průmyslového inženýrství.....	20
1.4.2. Průmyslový inženýr	20
1.5. Metody analýz materiálového toku	21
1.5.1. Procesní analýza	21
1.5.2. Spaghetti diagram	22
1.6. Vybrané nástroje a metody průmyslového inženýrství	23
1.6.1. Vizuální management	23
1.6.2. 5S	24
1.6.3. Lean Six Sigma.....	26
1.6.4. SMED	26
1.6.5. Poka-yoke	28
1.6.6. Kaizen	28
1.6.7. TQM.....	30
2. Analýza současného stavu	31

2.1.	Představení společnosti	31
2.1.1.	Základní informace o společnosti	32
2.1.2.	Organizační struktura.....	33
2.1.3.	Výrobní program společnosti.....	34
2.1.4.	Odbytové trhy a zákazníci	34
2.2.	Analýza výrobní linky BS Unit.....	35
2.2.1.	Nastavení výrobního procesu.....	35
2.2.2.	Analýza výrobního procesu a zařízení	36
2.2.3.	Procesní analýza výroby	43
2.2.4.	Tact time výrobní linky BS Unit.....	59
2.2.5.	Spaghetti diagram	60
2.2.6.	Analýza materiálových toků	61
2.2.7.	Vymezení zjištěných nedostatků	62
3.	Vlastní návrhy řešení	64
3.1.	Skladování materiálu na výrobní lince.....	64
3.1.1.	Rozložení výroby	65
3.1.2.	Vizualizace a organizace materiálu	66
3.1.3.	Postup realizace výstavby regálového systému	67
3.2.	Tok materiálu na výrobní lince	68
3.2.1.	Personální zajištění	68
3.3.	Zhodnocení návrhu.....	69
3.3.1.	Předpokládané dopady na výrobu.....	69
3.3.2.	Předpokládané ekonomické zhodnocení návrhu.....	70
3.3.3.	Skutečné dopady na výrobu.....	72
3.3.4.	Skutečné ekonomické zhodnocení	73

Závěr	74
Seznam použité literatury	75
Seznam obrázků.....	78
Seznam grafů	79
Seznam tabulek	80
Přílohy.....	80

ÚVOD

Tato diplomová práce bude vypracována s podporou společnosti Daikin Device Czech Republic s.r.o., která se zaměřuje na výrobu klimatizačních systémů. Konkrétně brněnský závod se zabývá výrobou kompresorů. Práce se zaměřuje na analýzu současného stavu výrobního systému a hlavním úkolem této analýzy je identifikovat nedostatky v tomto systému a vypracovat návrh na jeho zlepšení.

Dnes, v 21. století by mělo být řízení a zlepšování podnikových procesů nedílnou součástí každé společnosti, a to bez rozdílů, ať už se jedná o výrobní nebo nevýrobní podnik. Moderní trh je přesycen, nabídka převyšuje poptávku, a to vytváří tlak na zvyšování konkurenceschopnosti jednotlivých podniků. Jednou z cest, jak toho dosáhnou je „zeštíhlení“ podnikových procesů. Jde především o odstranění plýtvání, které způsobuje neefektivitu a zároveň nepřináší žádnou přidanou hodnotu, za kterou by byl zákazník nebo klient ochoten zaplatit.

V každém podniku existuje prostor pro zlepšování procesů, proto by se každý podnik měl přinejmenším zamyslet nad opatřeními, které by mohli mít vliv na zvýšení produktivity a snížení nákladů.

Mnoho firem se již touto cestou vydalo a společnost Daikin Device Czech Republic s.r.o. není výjimkou. Jde o společnost pocházející z Japonska, která postupně vybudovala výrobní závody po celém světě a přenesla do nich část své japonské firemní kultury, snahu o neustále zlepšování nevyjímaje.

Záměrem této práce je v tomto nastoleném trendu pokračovat a pokusit se vnést do zvolené problematiky nový náhled na věc. V závislosti na řešené problematice jsou do teoretické části vybrány a popsány základní poznatky a východiska. Ty poskytnou základ pro vypracování analytické části a posléze budou využity pro navržení možných zlepšení.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Hlavním cílem této diplomové práce je navrhnout zlepšení výrobní linky BS Unit ve společnosti Daikin Device Czech Republic s.r.o., založené na principech průmyslového inženýrství.

Jedním z dílčích cílů je provedení analýzy materiálových toků na výrobní lince za plného provozu tak, aby mohly být odhaleny nedostatky při plném vytížení. Dalším cílem je zhotovení analýzy pohybu pracovníků, která bude postavena proti analýze materiálových toků tak, aby byly dány do kontextu vzájemně na sebe působící vlivy v průběhu výroby. Posledním z dílčích cílů je sumarizace hlavních nedostatků v rámci výrobní linky, které budou dále zhodnoceny a redukovány.

Pro naplnění cílů budou využity statistické, empirické a exaktní metody. S jejich pomocí bude zpracována detailní analýza současného stavu výrobního systému. Využívány budou především metody exaktní a empirické. Mimo jiné mezi ně patří procesní analýza a spaghetti diagram, které budou sloužit k získání důležitých podkladů pro pozdější návrh řešení. Ke zpracování a vyhodnocení nasbíraných dat budou využity nástroje popisné statistiky.

Postup vypracování diplomové práce bude následující. V první řadě dojde k vypracování teoretické části, ve které budou popsány především principy, metody a nástroje managementu a štíhlé výroby. V analytické části bude představena společnost a na základě teoretické části budou zhotoveny jednotlivé analýzy. Jejich výsledky budou dále použity pro návržení změny ve výrobním systému firmy a následně vyhodnoceny ekonomické dopady jejich případného zavedení.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1. Štíhlý podnik

Za štíhlý podnik může být označen ten podnik, který se snaží vytvářet své produkty v co možná nejkratších časech a s minimálními náklady, a to při zachování kvality. To je zároveň realizováno na stejném prostoru a se stejným množstvím zaměstnanců jako je tomu u konkurentů (Vochozka a Mulač, 2012). Košturiak (2006, s. 17) konstatuje, že *„štíhlost podniku je v tom, že děláme přesně to, co chce náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují. Být štíhlý tedy znamená vydělat víc peněz, vydělat je rychleji a s vynaložením menšího úsilí“*.

Každý podnik se na počátku snaží realizovat své vize, cíle a naplnit tak svou existenci. Věnuje se budování zákaznické sítě, zvyšování své ekonomické přidané hodnoty. Nicméně v určitý okamžik se začnou mezní tržby blížit k hodnotě nula. V takovou chvíli je potřeba, aby úsilí podniku začalo být směřováno ke snižování nákladů tak, aby mohl zisk a shareholder value stále růst. Celý souhrn opatření zabývajících se snižováním nákladů v administrativě, výrobě, údržbě atd., nese přídomek „štíhlá“ (Lean). Samotný podnik, který těchto opatření využívá je nazývaný „štíhlým podnikem“. Tvůrci konceptu štíhlé výroby, pak o ní hovoří spíše jako o filozofii než o metodě.

V České republice jsou mezi štíhlé podniky řazeny především ty v automobilovém průmyslu. V jejich případě se však nejedná o konkurenční výhodu, ale o nutný předpoklad pro setrvání na velmi konkurenčním trhu (Vochozka a Mulač, 2012).

Přibližně v 50. a 60. letech dvacátého století se o základy konceptu štíhlé výroby zasloužili Taiichi Ohno a Shingeo Shingo ze společnosti Toyota. Výrobní systém nazvaný Toyota Production System je považován za jeden z nejlepších výrobních systémů, o čemž svědčí skutečnost, že jej postupně převzala většina vyspělých společností a v názvu pouze zaměnila název značky Toyota za název své společnosti např. Bosh Production System (Liker, 2007).

V 90. letech minulého století došlo k radikální změně v automobilovém průmyslu v západním světě, což úzce souviselo s příchodem japonských metod, které byly v Japonsku rozvíjeny od začátku padesátých let a umožnili japonským automobilkám

vyrábět lepší, rychlejší a levnější automobily než západní konkurence. To vedlo k vlně rozmachu „Lean“ (zeštíhlování výroby) v západních státech, jejím cílem bylo redukovat tyto konkurenční výhody.



Obrázek 1: Štíhlá výroba (Ipaslovakia, 2012)

V současnosti se objevuje další vlna zeštíhlení, ale v tomto případě jsou dodavatelé automobilek tlačeni k tomu, aby tento koncept převzali a své výroby rovněž zeštíhlili. Tímto způsobem se daří metodám pronikat i do dalších odvětví (Ipaslovakia, 2012).

Mezi přínosy zeštíhlení podniku mohou být zařazeny:

- větší kapacita, vyšší průtok,
- kratší průběžné časy,
- nižší zásoby – materiál, rozpracovaná výroba, výrobky,
- zlepšená organizace pracovišť,
- rychlejší obrátka zásob,
- méně zmetků a nadpráce,
- vyšší ziskovost,
- vyšší flexibilita,

- více volného prostoru,
- zlepšení pracovní morálky a participace pracovníků (Ipaslovakia, 2012).

1.1.1. Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je z pohledu Košturiaka definovaná jako „Štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše v samořízené výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Zeštíhlování je cesta k tomu, abychom vyráběli víc, měli nižší režijní náklady, efektivněji využili své plochy a výrobní zdroje“ (Košturiak, 2006, s. 17).

Základem filozofie štíhlé výroby je zkracování času mezi zákazníkem a dodavatelem a eliminace plýtvání v řetězci mezi nimi. Zaměřuje se především na zvyšování hodnoty, kterou požaduje zákazník. Každá ze společností, která se rozhodne jít cestou zeštíhlení výroby, disponuje svým vlastním konceptem zahrnujícím soubor nástrojů, technik a metod pro dosažení cíle. Tento soubor je v zásadě vždy velmi podobný a mění se tak jenom forma jeho prezentace (Ipaslovakia, 2012).

Na následujícím obrázku č. 2 je vyobrazeno jedno z možných uspořádání nástrojů.



Obrázek 2: Prvky štíhlé výroby (Ipaslovakia, 2012)

Štíhlá výroba nebo v anglické mutaci „Lean manufacturing“ byla definována na konci minulého století. Za cíl této metody bývá zpravidla vždy označováno:

- zkrácení průběžné doby výroby, které přináší z hlediska produktivity práce jak zvýšení počtu vyrobených produktů, tak dává větší prostor pro řešení potřeb zákazníků,
- snižování výrobních zásob, dále i zásob rozpracovaných, nedokončené výroby a hotových výrobků, což vede ke zvýšení obratu kapitálů,
- snižování výrobních nákladů, které by se mohly projevit ve vztahu k cenám jako konkurenční výhoda,
- zvýšení kvality – projev v důsledku snižování zdrojů chybovosti, kterými jsou nadměrná doba výroby, nevhodné specializace pracovní síly a další zdroje,
- zmenšení výrobních prostor – to v návaznosti na redukci výrobní linky a skladovacích prostor umožňuje poskytnout volný prostor přímým dodavatelům nebo dalšímu rozvoji výroby (Tomek a kol, 2014).

1.1.2. Management úzkých míst

Managementem úzkých míst jsou v podniku řešeny omezení, které zabraňují dlouhodobému dosahování vyšší produktivity, a tím i vyšších výdělků. Omezení lze rozdělit do tří kategorií, kterými jsou:

- omezení managementu – plynoucí ze špatně nastavených pravidel v podniku,
- fyzická omezení – nejsnadněji odstranitelné, jsou zde zahrnuty stroje, pracovníci a zařízení,
- omezení v chování lidí – často dochází k zabránění identifikaci omezení managementu a problém se dostává do „začarovaného“ kruhu.

Zmíněná omezení v podniku je možné hledat v těchto oblastech:

- výrobní zdroje – nedostatek strojů, pracovníků a financí,
- marketing – nevyužitá kapacita vlivem nedostatku objednávek,
- směrnice a nařízení – pravidla zabraňující dosažení maximální efektivity,
- čas – příliš dlouhá průběžná doba zakázky, ztráta zákazníků,

- prostoje lidí – špatná komunikace, koordinace, neochota, napětí v kolektivu (Košturiak, 2006).

Pět kroků eliminace úzkých míst

Košturiak (2006) popsal postup odstranění úzkých míst v těchto pěti krocích.

- 1) **Určení omezení** – hledání a identifikace omezení zabraňujících maximalizaci efektivity, a tím i zisku. Výsledkem je označení konkrétní kategorie omezení.
- 2) **Odstranění úzkého místa** – realizace všech dostupných opatření vedoucích k minimalizaci ztráty.
- 3) **Koncentrace veškerých zdrojů** – na zlepšení procesu v úzkém místě.
- 4) **Eliminace omezení** – je spjata s nemalými investicemi (peníze, čas) do trvalého udržení vysoké efektivity.
- 5) **Neustále zlepšování** – jakmile je úzké místo odstraněno, tak se postup vrací opět k prvnímu bodu a začíná se hledat další omezení. Proces je stále opakován, a to vede k nepřetržitému zlepšování.

1.2.Proces

Jedná se o obecný pojem nejčastěji vyjadřující průběh dějů, stavů, aktivit nebo práce, při které dochází k transformaci vstupů na výstupy. Grasserová a kolektiv (2008, s.20) v publikaci Procesní řízení ve veřejném sektoru proces definuje jako „*strukturovaný sled navazujících činností popisujících tok práce – postup tvorby přidané hodnoty – postupující od jednoho pracovníka ke druhému (v případě složitých procesů z jednoho útvaru do druhého), poskytující měřitelnou službu / výrobek internímu nebo externímu zákazníkovi za předpokladu přeměny vstupů na výstupy a využívání zdrojů*“.



Obrázek 3: Proces (Vlastní zpracování)

1.2.1. Princip neustálého zlepšování procesu

QMS neboli Systém řízení jakosti je z velké části charakterizován právě principem neustálého zlepšování, který je založen na normě ISO 9001. Soubor těchto nástrojů, metod a principů by měl vedení společnosti vést k rozvoji a růstu po tzv. růstové spirále. K tomu, aby se tohoto cíle podařilo dosáhnout, je zapotřebí se důsledně zabývat naplněním procesního řízení, protože s procesem zlepšování je zapotřebí začít u těch nejmenších segmentů systému, kterými jsou jednotlivé procesy, pracovníci, části produktu. Pouze v tomto případě lze vytvořit systém neustálého zlepšování zahrnující:

- identifikaci a odstranění rezerv a plýtvání,
- měření, analýzu a zvyšování efektivity,
- motivaci pracovníků a týmů k rozvoji,
- stálé zlepšování produktu, a tím i spokojenosti zákazníků (Synext, 2008).

Pro splnění hlavního záměru, tj. zvyšování kvality produktu a efektivity celé organizace, je zapotřebí do trvalého zlepšování zakomponovat i podpůrné procesy, které rovněž celkovou výkonnost ovlivňují. Jde zejména o tyto procesy:

- řízení lidských zdrojů, motivace týmu,
- řízení finančních, informačních a logistických toků,
- předvýrobní procesy jako marketingový průzkum, strategie, taktika, plánování, vývoj atd.,
- následující procesy – servis a péče o zákazníka,
- rozvoj infrastruktury (Řepa, 2007).

1.3. Plýtvání v procesech

Za plýtvání se dá označit všechno to, co zvyšuje náklady na produkt nebo službu a zároveň nepřináší žádný užitek, potažmo nezvyšuje hodnotu pro zákazníka. O tom, co přináší přidanou hodnotu, rozhoduje zákazník a za to co ji nepřináší, není ochoten zaplatit a jde o plýtvání. V zájmu žádného podniku není produkovat produkt nebo službu, za kterou jim zákazník nebude ochoten zaplatit, a proto se snaží tyto prvky z produkce odstranit (Ipaslovakia, 2012).

V odborné literatuře je možné nejčastěji narazit na těchto 8 typů plýtvání.

- **Čekání** – s čekáním je možné se setkat u jakéhokoliv procesu. Např. dělníky byla ukončena jedna operace, nicméně nemůže být započata další operace, protože se potřebný materiál zdržel někde na cestě od dodavatele nebo ze skladu.
- **Nadvýroba** – je možno si představit jako výrobu velkého množství produktu s omezenou expirací. Po dovršení expirační lhůty je zapotřebí nevyužitě množství zlikvidovat bez užitku a dochází k plýtvání. Tento typ plýtvání může být částečně odůvodněn potřebou mít pohotovostní zásobu s ohledem na řízení rizik.
- **Přepřacování** – v jeho důsledku dochází k chybám nebo „odbytí“ práce. Jedná se o malé pochybení nebo podcenění, které může vést k významnému dopadu na výsledný produkt. Nedostatečné testování softwaru může způsobit až jeho nefunkčnost v provozu.
- **Pohyb** – plyne z neorganizovanosti, dochází k nesystematickému hledání potřebných položek. Tímto způsobem je ztráceno i několikanásobně více času v porovnání s optimální trasou.
- **Přemísťování** – plyne za bezcílného přemísťování z místa na místo, přičemž objekty nejsou právě tam, kde jsou potřebné. Pokud by se podařilo vytvořit ucelenou operaci na jednom místě a dál poslat hotový meziprodukt, náklady by se mohli snížit.
- **Zpracovávání** – je možné si ho představit jako ruční umývání auta před tím, než si dotyčný uvědomí, že auto potřebuje i navoskovat. Auto bylo umyto a nyní s ním pojedou do myčky, kde bude opět umyto a poté i navoskováno. To znamená, že byla opakována dvakrát totožná činnost (mytí auta) bez toho, aby jedna z nich přinesla další hodnotu.
- **Skladování** – dochází k němu z důvodů nejistoty, jestli dodavatel dodá materiál právě včas (ani dříve, ani později), v požadované kvalitě. Z tohoto důvodu dochází k tvoření pojistných zásob, které jsou jednou z běžných forem plýtvání.
- **Intelekt** – tento druh plýtvání se objevil až v posledních desítkách let. Některé operace vyžadují určitou úroveň kvalifikace pracovníků, aby byly spolehlivě provedeny. Pokud je možné pro provádění operace použít nástroj, který umožní operaci provádět i méně kvalifikovanému pracovníkovi za nezměněných

výstupů, pak je vydržování kvalifikovanější pracovní síly bráno jako plýtvání (Svozilová, 2011).

1.4. Průmyslové inženýrství

Jedná se o jeden z nejmladších inženýrských oborů a je možné ho definovat jako *"interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií, s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd a managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využil pro specifikaci a zhodnocení výsledků dosažených těmito systémy"* (Mašín, 2000, s. 81). Zjednodušeně řečeno jde o obor zabývající se důmyslným odstraňováním plýtvání, nepravidelnosti, iracionality a přetěžováním pracovišť.

1.4.1. Rozdělení průmyslového inženýrství

Existují pouze dva základní směry průmyslového inženýrství:

- **klasické průmyslové inženýrství** – se zaměřuje především na exaktní metody, mezi které patří operační výzkum a studium práce,
- **moderní průmyslové inženýrství** – se zaměřuje na socio-technické systémy v rychle se rozvíjejícím komerčním prostředí (Mašín, 2000).

Dále je rozdělováno do čtyř hlavních oblastí průmyslového inženýrství:

- 1) technika,
- 2) lidské dimenze,
- 3) projektování, plánování a řízení provozu,
- 4) kvantitativní metody pro podporování rozhodování.

1.4.2. Průmyslový inženýr

Průmyslovým inženýrem je nazývána osoba, která ostatní inženýrské profese upozorňuje na existenci podnikatelské reality. Pomáhá překonávat prostor mezi managementem a liniovými pracovníky a neustále zdůrazňuje fakt, že produktivita se dá zvyšovat i jinými způsoby, než je pořízení drahého stroje a na celou problematiku zvyšování produktivity musí být nahlíženo s potřebným nadhledem (Ipaslovakia, 2012).

V dnešních podnicích jsou průmyslovým inženýrem řešeny:

- logistika – zásoby, průběžné časy, SCM, VSM, layouty, doprava,
- analýza a měření práce – montáž, výroby, administrativa, logistika,
- Lean Production,
- Six Sigma,
- štíhlý vývoj produktů,
- inovace produktů a procesů, strategické inovace,
- reorganizace podniku,
- strategie,
- management znalostí,
- týmovou práci, motivaci, komunikaci,
- zlepšování procesů,
- redukce nákladů (Mašín, 2000).

1.5. Metody analýz materiálového toku

Nástroje analýzy materiálového toku poskytují vstupní informace pro další zlepšování procesů, protože se jedná o metodologii hodnotící vstupy, výstupy interních toků a materiálových zásob za určitý časový úsek. Materiálem je myšlena každá látka použita za účelem komerčním i nekomerčním a jejich vyhodnocení slouží k dalším krokům vedoucím ke zlepšení nebo přímo k návrhu opatření (Sixta a Mačát, 2005).

1.5.1. Procesní analýza

Je jednou z nejpoužívanějších analýz pro mapování procesů v podniku, a to orientovaného jak výrobně, tak i nevýrobně. Napomáhá zdokumentovat výkonnost činností, které zahrnují významný podíl přepravy, čekání a dalších překážek, a proto jsou kritické. Výstupem procesní analýzy je procesní diagram, který znázorňuje sled činností s jejich časovou náročností.

Pro znázornění těchto činností jsou standardně využívány následující symboly pro operaci, čekání, kontrolu, skladování a transport.

Tabulka 1: Standardní symboly pro procesní analýzu (API, 2012)

SYMBOL	POPISEK
○	Operace
D	Čekání
▽	Skladování
⇒	Transport
◇	Kontrola kvality
□	Kontrola množství

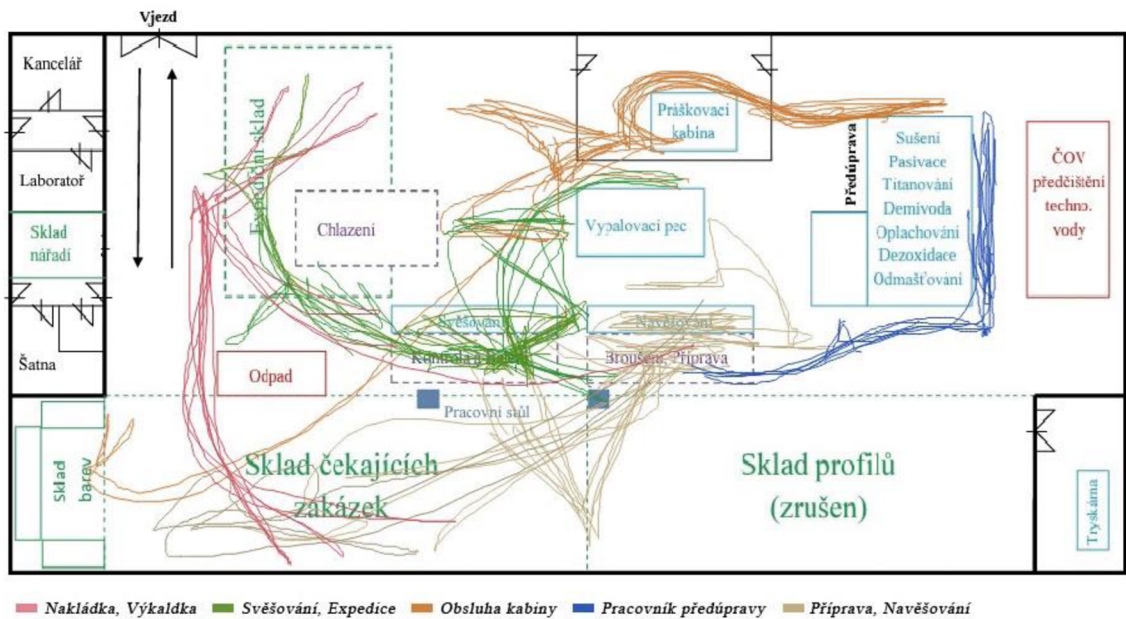
1.5.2. Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je metoda, která využívá souvislých čar pro sledování pohybu a transportní vzdálenosti určitého objektu nebo osoby po celou dobu procesu. Jde o jeden z nejjednodušších diagramů pro mapování pohybu, avšak v praxi velmi ceněný právě pro svou jednoduchost a účelnost. Lze ho využít pro zmapování výrobní haly, kanceláře nebo třeba nemocničního patra. Účelem tohoto nástroje Lean Six Sigma je odhalení neefektivního rozložení procesu, zbytečných cest mezi procesními kroky a celkových procesních ztrát (Pavelka, 2009).

Tvorba Spaghetti diagramu

Začíná se tím, že je buď vytisknuto nebo nakresleno půdorysné schéma oblasti, na které se nachází předmět hodnocení. Dále je identifikován objekt nebo osoba, která bude sledována a je zaznamenána její počáteční pozice na layoutu. Od tohoto bodu se započne zaznamenávat aktuální pozice osoby/ objektu na layoutu a pokračuje se kontinuální linií až do dokončení procesu. Vypracování analýzy usnadňuje snímkování pracovišť v čase a na jeho základě může dojít k pozdějšímu reorganizování pracovišť.

Častou chybou při tvorbě spaghetti diagramu je kreslení čar přes zdi, což není realistické, neodpovídá to skutečnosti a může způsobit značné zkreslení skutečnosti. Správný diagram většinou neobsahuje přímé linie a připomíná spíše změť špaget, od čehož je odvozen i jeho název (Isixsigma, 2014).



Obrázek 4: Možný výstup tvorby diagramu (Tesař, 2013)

1.6. Vybrané nástroje a metody průmyslového inženýrství

1.6.1. Vizualní management

Vizualizace je důležitou součástí dlouhodobého udržení štíhlého pracoviště. Šunka popisuje její význam následovně: „Úlohou vizualizace je zobrazit informace, jako jsou například odchylky od žádaného stavu, cíle, ozřejmění pracovního postupu, varování o možném vzniku chyb. Dalším cílem je ozřejmit i nejnižšímu článku hodnotového řetězce, že i on je součástí tvorby hodnoty a důležitým faktorem dosažení kvality. Fotografie, obraz či vzor je často srozumitelnější nežli výkres.“ (Bartošek a kol., 2014, s. 43). Rizikem může být nadměrné používání vizualizace, tj. zahlcení pracovníka vizuálními podmínkami, což vede k rezistenci vůči těmto podmínkám.

Tato metoda umožňuje zaměstnancům rychlé pochopení stavu procesu, odchylek a jeho dalších aspektů. Je dokázáno, že 83 % všech informací člověk přijme zrakem a zbylých 17 % ostatními smysly, proto jsou vizuální podmínky zpracovány nejrychleji.

Příkladem vizualizace jsou:

- vyznačené plochy na podlaze pro pěší a stroje,

- vizuální postupy práce,
- označení vadných produktů, případně jejich fotografie,
- kanbanové karty,
- layouty pracovišť,
- informační tabule (Bauer, 2012).

1.6.2. 5S

Metoda 5S se zabývá redukcí plýtvání způsobeného neorganizovaností pracovišť. Jsou v ní sdružovány základní principy pro odstraňování plýtvání na pracovištích a je jedním ze základních předpokladů pro zlepšování. Zároveň se stala součástí dalších metodik a konceptů, jako je Kaisen, TPM, štíhlý podnik. Cílem 5S je vytvořit a udržet organizovanost pracovišť. Jak už bylo naznačeno, tak je metoda vystavěna na pěti pilířích, na pěti S, ke kterým se v posledních letech přidali ještě dvě další - bezpečnost a motivace (Košturiak, 2006).

Tabulka 2: Vícejazyčný význam "5S" (Fabrizio a Tapping, 2006)

JAPONSKY	ANGLICKY	ČESKY
SEIRI	Sort	Separovat
SEITON	Straighten	Systematizovat
SEISO	Shine	Stále čisto
SEIKETSU	Standardize	Standardizovat
SHITSUKE	Sustain	Sebedisciplinovanost

Postup implementace metodiky 5S na pracoviště (Ipaslovakia, 2012):

Separovat – 1S

V první kroku jsou roztřizeny položky na pracovišti do tří skupin, na položky, které na pracovišti být musí, na ty, které je třeba přemístit a na ty, které budou úplně odstraněny.

Systematizace – 2S

V druhém kroku jsou vytříděné položky umístěny na pracovišti tak, aby docházelo k minimalizaci pohybu pracovníků, skladových ploch, a tím k eliminaci plýtvání. U každé položky je určený počet, ve kterém se má na pracovišti vyskytovat a v případě skříněk na nástroje a nářadí je vypracován jmenný seznam umístěných položek. Předchozí kroky je dobré podpořit standardem layoutu a čarami na podlaze.

Stále čisto – 3S

Pracoviště je vyčištěno a poté se určí, které oblasti je zapotřebí čistit. Pracoviště je dále rozděleno na segmenty a pro každý z nich je vytvořen standard čistého pracoviště, kde je zpracováváno, co bude čištěno, jak často to bude čištěno, kdo za to odpovídá a jaké potřebuje pomůcky.

Standardizace – 4S

Čtvrtým krokem je standardizace provedených změn v krocích 1 až 3. Vzniká vizuální standard celého pracoviště, který shrnuje rozmístění jednotlivých objektů a oblastí čištění.

Sebedisciplinovanost – 5S

Fungování metodiky 5S je podmíněné dodržováním nastaveného systému, jinak nebude plýtvání eliminovat, ale podporovat. Proto je zapotřebí pracovníky vtáhnout do týmu implementujícího změny, aby následné řešení nejen dodržovali, ale měli ho tendenci i dále rozvíjet. Pracoviště by mělo být opatřeno kontrolní kartou, do které budou pracovníci podpisem stvrzovat provedení činnosti (Ipaslovakia, 2012).

1.6.3. Lean Six Sigma

Six Sigma jsou metody pro účelné dosažení, udržení a maximalizaci podnikového úspěchu. Je vnímána jako komplexní filozofie podniku a metodika zlepšování procesu, ale také jako statistická úroveň variability a způsobilosti procesu. Název samotný se odkazuje na statistický základ metody, protože řecké písmeno sigma je symbolem pro směrodatnou odchylku.

Označení Lean Six Sigma vychází z integrace metody Six Sigma a Lean. Metoda se velmi dobře osvědčila v praxi a vychází z předpokladu, že není možné dosáhnout štíhlého procesu bez statistické redukce variability procesu a zároveň není možné dosáhnout Six Sigma bez optimalizaci toků a odstranění plýtvání (Rastogi, 2010).

Koncept Lean Six Sigma byl poprvé zveřejněn v knize *Leaning into Six Sigma: The path to integration of Lean Enterprise and Six Sigma* v roce 2001, autory jsou Barbara Wheat, Chuck Mills, a Mike Carnell a je v ní využíván model řízení DMAIC, podobný tomu v Six Sigma. Metoda zahrnuje nástroje eliminující plýtvání z Lean a z pohledu Six Sigma se zaměřuje na dedukci chyb, na základě CTQ charakteristik (Critical to quality).

Model řízení Lean Six Sigma projektů DMAIC (Rastogi, 2010):

- D – define (definovat),
- M – measure (měřit),
- A – analyze (analyzovat),
- I – improve (zlepšit),
- C – control (kontrolovat).

1.6.4. SMED

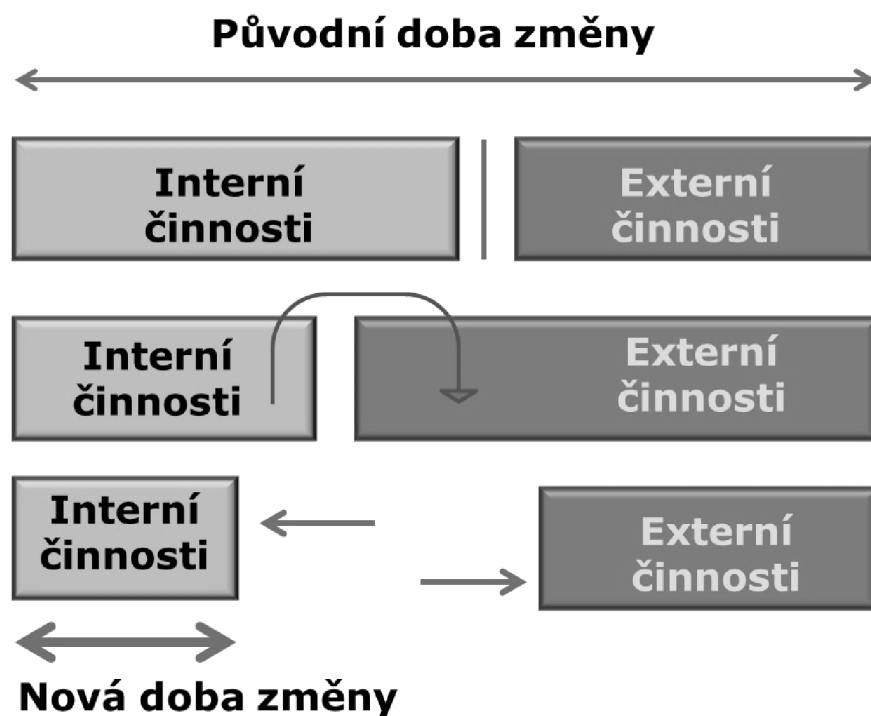
SMED je zkratkou vycházející z anglického *Single Minute Exchange of Die*, ve volnějším slova smyslu se jedná o dobu provedení změny v jednotkách minut (1–9). Jde o systematický proces sloužící pro minimalizaci prostoje (plýtvání) mezi dokončením výrobku jednoho typu a započatí výroby výrobku jiného typu na totožném stroji. Proto je tato metoda často označována jako metoda změn. Autorem této metody je Shigeo Shingo, japonský průmyslový inženýr a jeden z otců *Toyota Production System* (Mašín, 2000).

Single Minute Exchange of Die má dva základní cíle.

- Získání kapacity stroje, která se ztrácí při dlouhém přeseřzení stroje. To má smysl hlavně v případě, že se jedná o úzké místo výroby.
- Druhým případem je zrychlení přechodu výroby z jednoho druhu výrobku na druhý. To umožní výrobu i menších dávek výrobků, zvýší flexibilitu výroby a sníží její rozpracovanost (Svetproduktivity, 2012).

K redukci času spotřebovaného na seřizení jsou využívány následující kroky:

- **1. krok** – vymezení prací, které musí být vykonány během vypnutí zařízení (**Interní seřizení**), od těch, které mohou být vykonány ještě během provozu zařízení (**Externí seřizení**).
- **2. krok** – snížení času interního seřizení tím, že se stále více činností bude provádět externě (zavedení rychloupínacích přípravků, příprava pracoviště, pomocný pracovník apod.).
- **3. krok** – zlepšení interních a externích časů seřizení. (Mašín, 2000).



Obrázek 5: Princip Single Minute Exchange of Die (Svetproduktivity, 2012)

1.6.5. Poka-yoke

Poka-yoke je nízkonákladová metoda jejímž hlavním účelem je zabraňování chybám v procesu, a to ještě, než k nim dojde. Běžně jde o mechanické nebo elektronické opatření, které neumožňuje neshodě vzniknout. Opatření můžeme rovněž rozdělit na procesní a konstrukční, podle typu uplatnění.

Metoda se snaží předcházet chybám a zabraňuje jejich vzniku, což by znamenalo ztrátu. Aby bylo možné chybám předcházet, tak je zapotřebí chyby předvídat. K tomu nám může pomoci například FMEA – Failure mode and effect analysis. Ta se snaží predikovat nedostatky a chyby, nejčastěji se jedná o:

- zapomenutí,
- záměnu,
- špatné přečtení,
- komunikační nedostatek,
- informační nedostatek (Bartošek a kol. 2014).

1.6.6. Kaizen

Kaizen jako životní filozofie byla vystižena Koštuirakem (2010, s. 1) následovně, *„Mnoho firem investuje hodně peněz do vzdělávání, prohlídek firem a projektů implementace systému kaizen. Problém je v tom, že se kaizen nedá naučit ani odpozorovat na studijní cestě. Kaizen se nedá ani implementovat. Zní to, jako kdyby farář hovořil o „implementaci lásky do praxe“. Kaizen se dá jenom žít. Kaizen začíná sebereflexí a pokorou, která je základem schopnosti učit se a zdokonalovat. Je jediná věc na světě, kterou můžeme zlepšovat 24 hodin denně – sebe sama, náš vlastní život, naše hospodaření s časem, naši schopnost věnovat čas důležitým věcem.“*. Podobně se dá smýšlet i o mnohých aspektech podnikové kultury. Nejedná se o zaměření na výsledek, ale směřování svého úsilí na dlouhodobý růst a prosperitu, aby „zítra bylo lépe než dnes“.

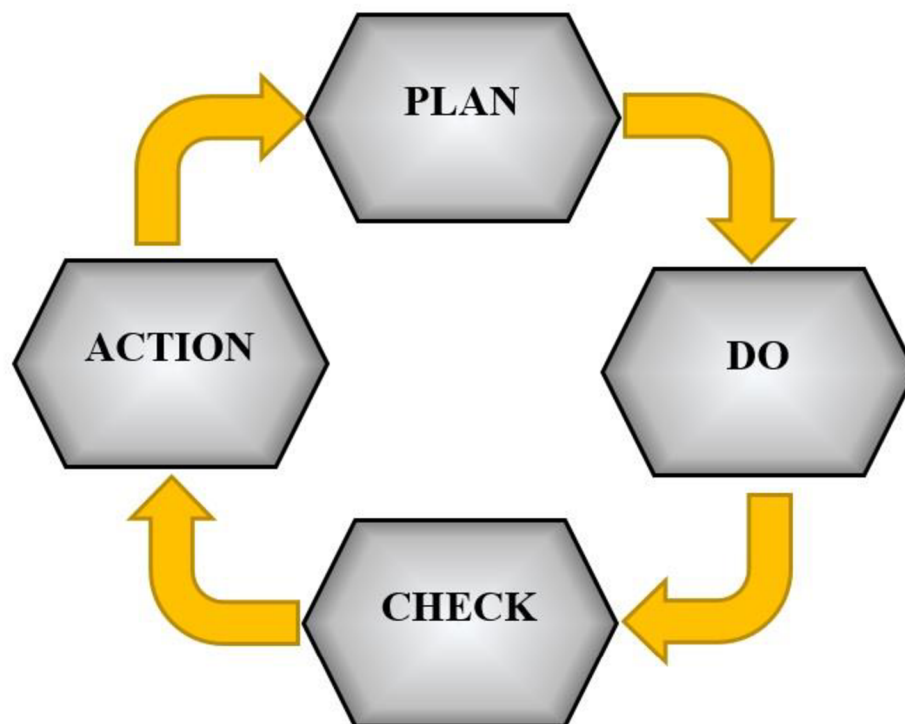
Kaizen znamená „změna k lepšímu“, je založen na neustálém zlepšování po malých krůčcích, do kterého jsou zapojeni všichni: od dělníka až po manažera. Zaměřuje se na proces. Pokud má být dosaženo dokonalejších výsledků, musíme zdokonalit procesy, které k nim vedou. Dále se zaměřuje na lidi a jejich pracovní úsilí. Tady se ovšem

myšlenka kaizenu dostává do střetu se smýšlením západních manažerů, zaměřujících se na výsledek (Imai, 2004).

Základní principy tohoto systému:

- Zlepšení vycházející z lokálních znalostí a zkušeností lidí, které jsou obvykle managementu a někdy i projektantům skryta. Přesto až 70 procent těchto problémů se dá redukovat bez vynaložení nákladů.
- Zapojení pracovníků do procesu zlepšování přináší pracovníkům pocit seberealizace a většího uspokojí z práce. Napomáhá rozvoji jejich schopností a ke zlepšování firemní kultury. Pracovník se cítí být více spjat s firmou a zapojením do realizace si zabezpečuje své pracovní místo.
- Změny přicházející z „externího“ prostředí, které reagují na vzniklé problémy a jsou spojená s vyššími náklady, nejsou obvykle ve výrobě přijímány moc pozitivně. Vystávají totiž otázky, proč firma nenechala myslet vlastní lidi, proč peníze na externího konzultanta raději nerozdělila vlastním lidem a další.
- Tradiční pohled na výrobní systém, který od pracovníků vyžaduje pouze dodržování předpisů a disciplínu, může sice vést ke stabilitě celkového systému, ale bohužel poněkud zanedbává lidský potenciál – nejcennější zdroj ve výrobě. Podnik by se neměl dostat do stavu, kdy bude pracovníky platit jen za plnění norem, ale měli by se také podílet na odhalování plýtvání kolem sebe – navrhovat, jak by mohli svou práci dělat jednodušeji, rychleji a s nižšími náklady. Nemělo by se zapomínat na odměňování za tento přínos. (Košturiak, 2010).
- *„Kaizen není sbírání „čáreček“ za zlepšovací návrhy. Je to filozofie vnitřní nespokojenosti se současným stavem, který říká: „Zítřejší musí být lépe než dnes – v práci, v naší rodině i v našem životě.“ Je to však řízený proces, protože zlepšení z pohledu jednoho oddělení nemusí být ještě zlepšením pro celý podnik“* (Košturiak, 2010, s. 4).

Pro neustále zlepšování a zvyšování kvality je důležité, aby neustále probíhal Demingův cyklus. Cyklus PDCA je série činností, jež mají za cíl neustále zlepšovat a zdokonalovat procesy. Cyklus PDCA – Plan, Do, Check, Action (Plánuj, Proveď, Zkontroluj, Uskutečni) (Imia, 2004).



Obrázek 6: Demingův cyklus (Imai,2004)

1.6.7. TQM

„Total Quality Management je podniková strategie, která staví do centra všech činností v podniku spokojenost zákazníků. Jeho cílem je nepřetržité zdokonalování podniku pro zákazníky, vlastníky a zaměstnance. Spojuje drastické snížení nákladů na odstraňování chyb se zlepšením služeb zákazníkům, výrazně racionalizuje interní procesy, zvyšuje flexibilitu podniku, zkracuje dobu vzniku nového výrobku, umožňuje daleko větší jistotu v termínech a vede tak k posílení pozice na mezinárodních trzích“ (Frehr, 1995, s. 213).

Metoda překračuje rámec pouhého řízení kvality a stává se i manažerskou filozofií a metodou strategického řízení. Z rozkladu zkratky TQM můžeme vyčíst společné rysy, které mají jinak mnoho různých výkladů:

- Total – úplné zapojení všech pracovníků,
- Quality – pojetí principů kvality v celém podniku,
- Management – principy procházejí všemi úrovněmi řízení a funkcemi managementu (Kanji a Asher, 1996).

2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

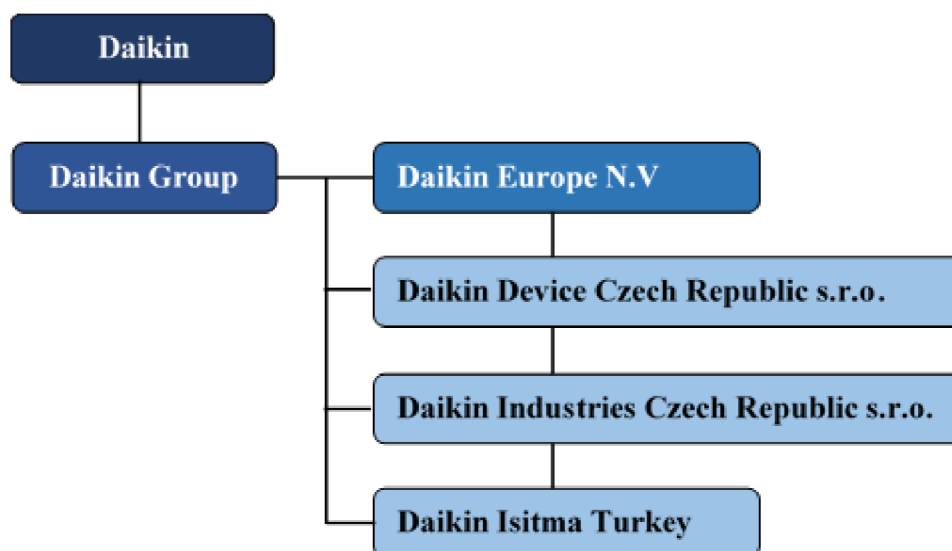
2.1. Představení společnosti

Společnost Daikin je jedním z nejvýznamnějších světových výrobců klimatizačních systémů. Po celém světě zaměstnává přibližně 60 000 zaměstnanců a obrat koncernu se pohybuje okolo 14 miliard euro ročně.



Obrázek 7: Logo společnosti (Daikin, 2016)

Konkrétně brněnský závod se zabývá především výrobou kompresorů, ale vyrábí i další součásti klimatizačních systémů jako jsou například akumulátory, tepelné výměníky a řídicí jednotky. Společnost Daikin Device Czech Republic s.r.o. byla založena před dvanácti lety, a to v roce 2004. Po bezmála dvou letech výstavby objektu a výroby, byla v únoru 2006 uvedena do provozu sériová výroba. Lokalita pro výstavbu byla vybrána na základě strategického umístění vůči potenciálním dodavatelům, dobrému napojení na dálniční síť, a kvůli dostatku kvalifikované pracovní síly (Daikin, 2016).



Obrázek 8: Hierarchie v rámci Daikin Europe Group (Ministerstvo spravedlnosti, 2016)

2.1.1. Základní informace o společnosti

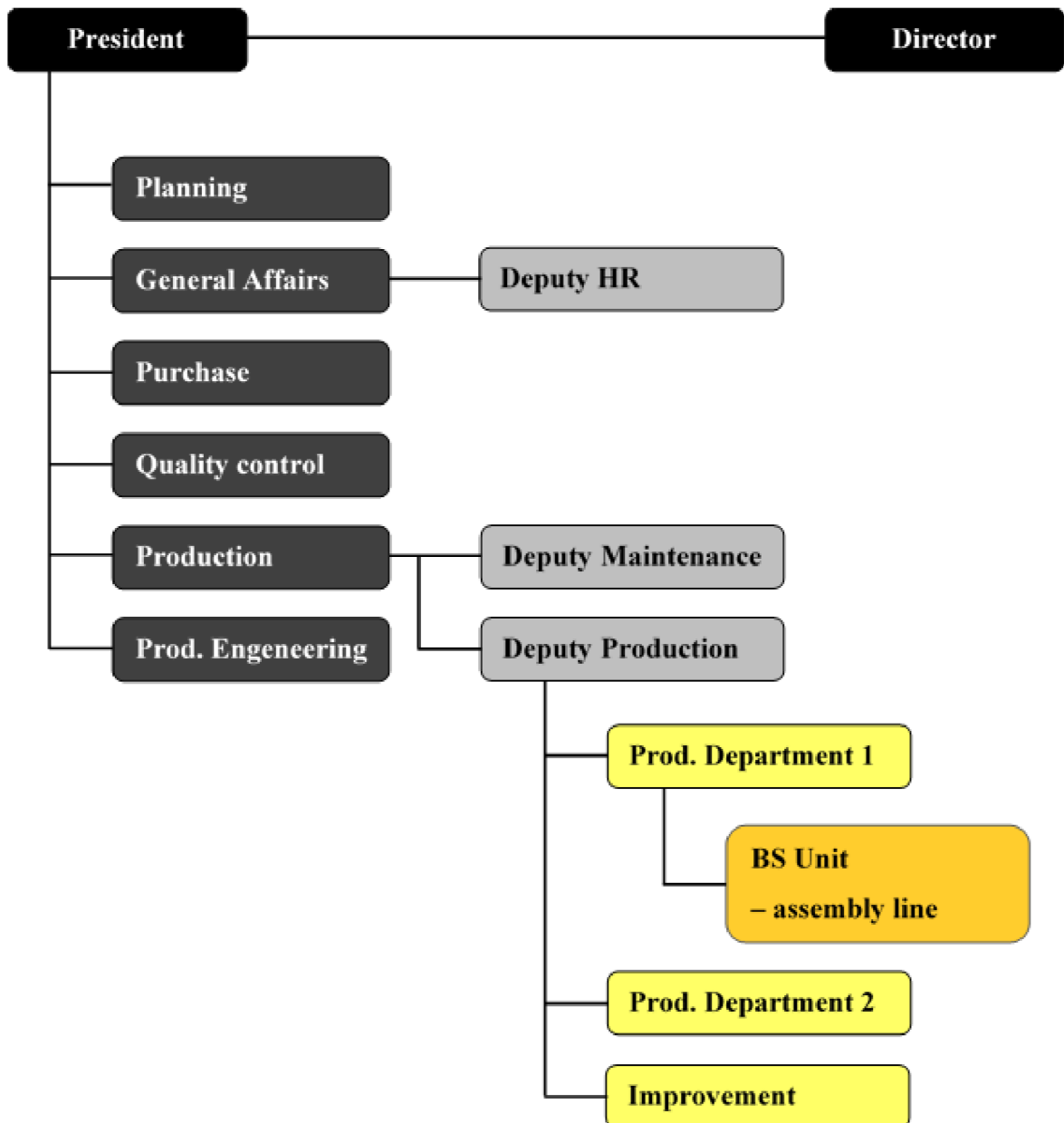
Základní informace o společnosti byly čerpány s veřejně dostupných materiálů na stránkách Justice.cz (Ministerstvo spravedlnosti, 2016).

Datum zápisu:	26. října 2004
Obchodní firma:	Daikin Device Czech Republic s.r.o.
Identifikační číslo:	271 90 455
Právní forma:	Společnost s ručením omezeným
Sídlo společnosti:	Švédské valy 1227/2, 627 00 Brno-Černovice
Předmět podnikání:	i) Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona, ii) pronájem nemovitostí, bytů a nebytových prostor bez poskytování jiných než základních služeb zajišťujících řádný provoz nemovitostí, bytů a nebytových prostor.
Základní kapitál:	2 128 000 000 Kč
Počet zaměstnanců:	629
Tržby za rok 2015:	2 397 183 000 Kč
Získané certifikace:	ISO 9001, ISO 14 001, OHSAS 18 001, Certita, MSC

2.1.2. Organizační struktura

Všechny závody v rámci Evropy spadají pod společnost Daikin Europe N.V sídlící v Belgii, a ta dále podléhá přímo centrále v Japonsku.

Následující diagram znázorňuje zjednodušenou organizační strukturu společnosti Daikin Device Czech Republic s.r.o., a je zde mimo jiné vidět i zařazení výrobní linky BS Unit.



Obrázek 9: Organizační struktura společnosti Daikin Device Czech Republic s.r.o. (Daikin, 2016)

2.1.3. Výrobní program společnosti

V posledních letech se společnost zaměřuje na rozšíření výrobního portfolia tak, aby nebyla závislá na jednom typu výrobku. Aktuálně má společnost v nabídce 28 typů kompresorů, 16 modelů typu Scroll a 12 modelů typu Swing. Swingové kompresory jsou určeny do klimatizačních jednotek pro domácnosti a komerčních jednotek malého výkonu, jejich výrobní kapacita je 900 tisíc kompresorů ročně. U Scrollových kompresorů je výrobní kapacita 200 tisíc jednotek a jsou určeny pro výkonnějších zařízení s komerčním využitím.

Rozšiřování portfolia výroby

- 2009 – Zahájení montáže Hydroboxů pro systém vytápění a chlazení Daikin Altherma. Dále byla spuštěna výroba akumulátorů do klimatizačních zařízení. Aktuálně je vyráběno 5 modelů.
- 2010 – Zahájení sériové výroby zásobníků na teplou vodu pro systém Daikin Altherma.
- 2012 – Spuštění výroby nových kompresorů typu Swing a zásobníků teplé vody.
- 2013 – Dochází k obměně výrobní řady Hydroboxů a byla zahájena výroba 8 nových Hybrit modelů s možností využít zemní plyn nebo elektrickou energii. To vše s ohledem na úspornost a snižování zátěže na životního prostředí.
- 2014 – Obnova produktové řady Altherma a spuštění výroby nových typů kompresorů.
- 2015 – Spuštění výroby nových kompresorů s významně nižším dopadem na životní prostředí.
- 2016 – Zahájení výroby tlakových nádob a zahájení montáže řídicích jednotek BS Unit pro klimatizační zařízení (Ministerstvo spravedlnosti, 2016).

2.1.4. Odbytové trhy a zákazníci

Společnost Daikin Device Czech Republic s.r.o. se pokouší pokrýt poptávku po kompresorech v rámci celého evropského trhu. Vyrábí a dodává většinu potřebných kompresorů do společností v rámci Daikin Group, které vyrábějí klimatizační zařízení. Do této skupiny patří Daikin Europe N.V, Daikin Industries Czech Republic s.r.o. a nově i Daikin Isitma Turkey, který se ke skupině připojil přibližně před rokem.

Takto vybudovaný systém umožňuje společnosti reagovat flexibilně a včas na evropskou poptávku a zajistit dodávky kompresorů pro rezidenční i komerční účely do všech závodů (Ministerstvo spravedlnosti, 2016).

2.2. Analýza výrobní linky BS Unit

Výrobní linka BS Unit byla uvedena do provozu v druhé polovině roku 2016, jde o poslední výrobní linku, která byla ve společnosti uvedena do provozu. Při její výstavbě bylo vycházeno z konceptu existující výrobní linky, která aktuálně vyrábí totožný produkt v jednom z japonských závodů, a to již několik let. Převzaté zkušenosti z této výrobní linky napomohly předcházet mnohým nedostatkům při plánování a realizaci výstavby linky.

Umístění výrobní linky BS Unit a k ní patřícímu skladu je vyznačeno viz příloha č. 1.

Jelikož se jedná o poměrně novou výrobní linku, na které stále dochází k intenzivnímu rozvoji a změnám ve výrobních procesech. Tak jsou navrhované změny a zlepšení posuzovány a případně realizovány v poměrně krátkém časovém období. Což dává reálnou možnost, že navržené zlepšení výrobní linky, založené na této analýze současného stavu, bude ověřeno ještě v rámci této závěrečné práce.

2.2.1. Nastavení výrobního procesu

Oddělení plánování předá formanovi týdenní výrobní plán pro danou linku. Ten poté předává denní plán leaderovi směny, který určuje modelovou strukturu výroby pro každý den. Při zahájení výroby řídicí jednotky je vytištěn identifikační a kontrolní štítek, který s jednotkou prochází celou výrobou a jsou na něj zaznamenány výsledky jednotlivých operací od zahájení výroby až po expedici. Průběh výroby každé jednotky je takto evidován a je zpětně dohledatelný.

Pro jednotlivé operace na všech pracovištích jsou vypracovány detailní výrobní postupy a kontrolní návodky. Pokud je na výrobní linku přijat nový pracovník, tak je na danou pozici zaškolen pověřenou osobou, která má na tomto pracovišti zkušenosti a je ve školicím plánu zapsána jako školitel na tuto pozici.

Pro přepravu materiálu na výrobní linku je využíván paletový vozík. Na výrobní lince operátoři manipulují s materiálem bez využití dalšího zařízení, respektive materiál

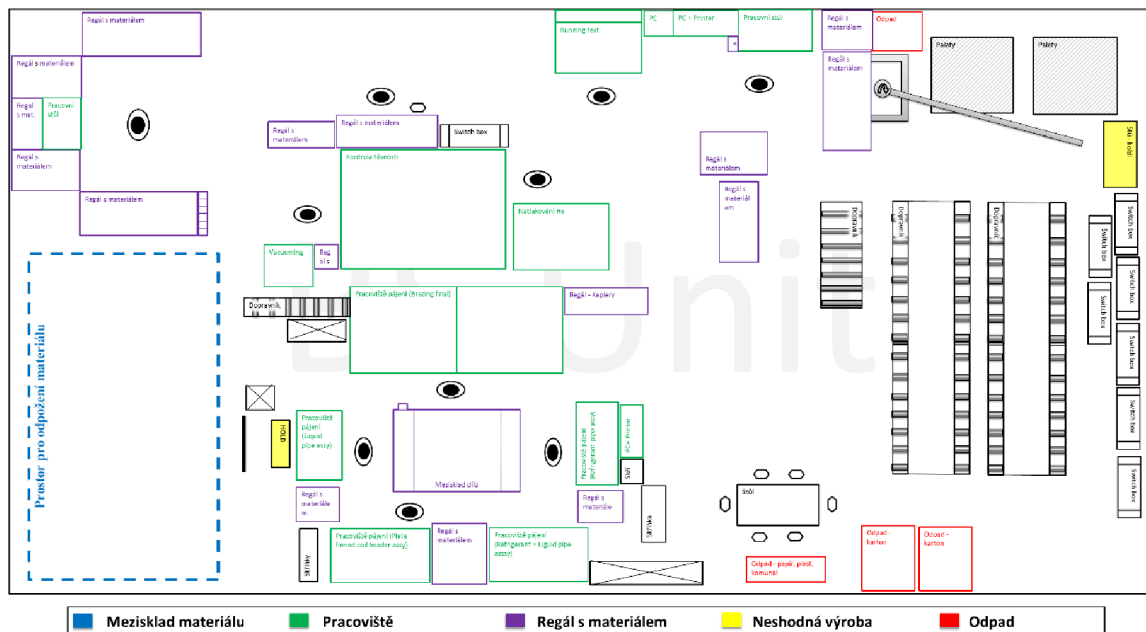
přenáší v obalové jednotce nebo ho nejprve přemístí do určeného KLT boxu. K manipulaci s finálním balením je využit manipulační jeřáb, který umožní přemístit balení z pracoviště balení na připravenou paletu, díky jeřábu je tuto operaci schopen provádět jeden operátor bez další pomoci.

2.2.2. Analýza výrobního procesu a zařízení

Na následujícím obrázku č. 10 je proporcionálně vykreslen layout výrobní linky BS Unit. Pro větší přehlednost jsou jednotlivé objekty rozděleny do pěti barevných škál (modrá, zelená, fialová, žlutá a červená), přičemž každá z nich symbolizuje skupinu podobných prvků (mezisklad materiálu, pracoviště, regál s materiálem, neshodnou výrobu, odpad). Dále je zde vidět 10 operátorů, kteří jsou přiřazeni na 10ti výrobních pracovištích.

Výrobní linka je rozčleněna na tyto pracoviště:

- Refrigerant pipe assy,
- Liquid pipe assy,
- Plate finned coil header assy,
- Brazing final assy,
- Vacuuming,
- Casing,
- Wiring,
- Running test,
- Packing.



Obrázek 10: Layout výrobní linky BS Unit (Vlastní zpracování)

⦿ Operátor

Pro ucelenou představu o procesu výroby je v následujících bodech rozepsán výrobní postup pro každé z deseti pracovišť. Na výrobní lince se vyrábí celkem 6 výrobních modelů, příhodně pojmenovaných Model 4, Model 6, Model 8, Model 10, Model 12 a Model 16.

Jde o řídicí jednotky ke klimatizačním zařízením, na základě pojmenování je možné rozlišit kolik takových zařízení je na řídicí jednotku možno připojit, to znamená, že k Modelu 4 lze připojit čtyři klimatizace, k Modelu 6 šest klimatizací atd.

Technologický proces výroby je pak u všech modelů totožný, respektive se liší v objemu, nikoliv typu potřebné práce pro zhotovení finálního produktu.

1) Refrigerant pipe assy

Výroba na pracovištích refrigerant pipe assy, liquid pipe assy a plate finned coil header assy je zahájena současně a postupuje na sobě nezávisle. Všechny tři díly se využívají při kompletaci sestavy na pracovišti brazing final assy.

Proces začíná vychystáním a usazením materiálu do přípravku v pájecím boxu. Po usazení do přípravku je nutné k sestavě připojit hadici s dusíkem, který zabraňuje

vzniku oxidace uvnitř kompletu při následném pájení. Jelikož se tato sestava skládá i ze tří dílů, které by mohli být poškozeny žářem při pájení, tak je potřeba spustit přívod vody, která chladí ohrožené oblasti.

Když je všechno připravené, tak je možné začít pájet. Operátor vezme pájecí drát a hořák, při jeho uchopení se automaticky spustí dusík, plyn hořáku a vytvoří se elektrická jiskra, o kterou se hořák zapálí. Následně operátor zapájí všechny stanovené spoje a hořák opět odloží.

Zapájený díl je ochlazen proudem vody, jsou zkontrolovány všechny spoje a na dva připájené ventily je přilepená antivibrační izolace. Díl je označen identifikací operátora a odložen do meziskladu určeného pro další operace.

2) Liquid pipe assy

Je vychystán a usazen materiál do přípravku v pájecím boxu. Po usazení do přípravku je nutné k sestavě připojit hadici s dusíkem, který zabraňuje vzniku oxidace uvnitř kompletu při následném pájení. Jelikož se tato sestava skládá i ze dvou dílů, které by mohly být poškozeny žářem při pájení, tak je potřeba spustit přívod vody, která chladí ohrožené oblasti.

Po přípravě operátor vezme pájecí drát a hořák. Při jeho uchopení se automaticky spustí dusík, plyn hořáku a vytvoří se elektrická jiskra, o kterou se hořák zapálí. Následně operátor zapájí všechny stanovené spoje a hořák opět odloží.

Zapájený díl je ochlazen proudem vody, jsou zkontrolovány všechny spoje, díl je označen identifikací operátora a odložen do meziskladu určeného pro další operace.

3) Plate finned coil header assy

Nejprve je vychystán a usazen materiál do přípravku v pájecím boxu. Po usazení do přípravku je nutné k sestavě připojit hadici s dusíkem, který zabraňuje vzniku oxidace uvnitř kompletu při následném pájení. V této sestavě jsou dva filtry, které je zapotřebí chladit. Celá sestava je pájena ve třech krocích, takže je potřeba operace – přípravy na pájení, pájení, ochlazení a kontroly třikrát zopakovat, než je zhotovený celý díl.

Celý postup pájení je totožný s přechozími operacemi. Operátor vezme pájecí drát a hořák. Při jeho uchopení se automaticky spustí dusík, plyn hořáku a vytvoří se elektrická jiskra, o kterou se hořák zapálí. Následně operátor zapájí všechny stanovené spoje a hořák opět odloží.

Zapájený díl je ochlazen proudem vody, jsou zkontrolovány všechny spoje, díl je označen identifikací operátora a odložen do meziskladu určeného pro další operace.

4) Brazing final assy

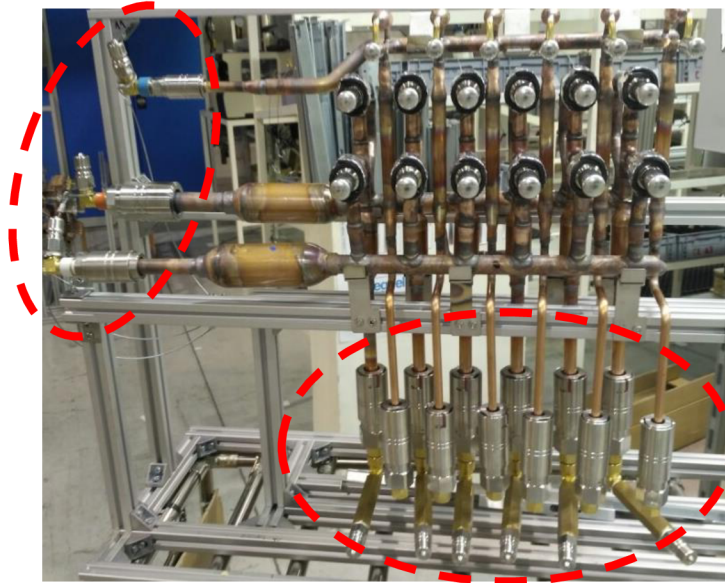
Na tomto pracovišti je kompletovaná sestava složená z dílů z předchozích pracovišť 1, 2 a 3. V prvním kroku jsou do přípravku usazeny díly z pracoviště plate finned coil header assy a liquid pipe assy v množství podle vyráběného modelu, komplet je zapájen.

V druhém kroku je tento komplet přemístěn do přípravku, na kterém bude pokračovat dále ve výrobě a je doplněn druhou polovinou sestavy tvořenou z dílů plate finned coil header assy a refrigerant pipe assy. Komplet je poté zapájen, ochlazen, zkontrolován, označen identifikací pracovníka a přesunut na přepravní vozík.

5) He test

Po výstupu z operace pájení je potřeba na všechny vstupy a výstupy nasadit příslušné kaplery dle standardu (kaplery viz obrázek č. 11). Vozík se sestavou je transportován na další pracoviště, kde je jednotka připojena k zařízení, které do ní napustí pod tlakem hélíum. To je zapotřebí, protože je nutné otestovat, jestli jsou všechny spoje těsné.

Celý test probíhá v uzavřeném boxu, ve kterém je senzor schopný rozpoznat hélíum. Přístroj je nejprve zkalibrován, a poté s ním projde operátor jeden spoj po druhém, než jsou zkontrolovány všechny spoje. Pokud je odhalen únik, tak jde jednotka na opravu, pokud ne, tak pokračuje sestava na další pracoviště.



Obrázek 11: Kaplery nasazené na zapájené sestavě (Vlastní fotografie dle Daikin, 2016)

6) Vacuuming

Sestava, která přichází z testu těsnosti je stále natlakovaná héliem, a to je třeba odčerpát. Proto je připojena na zařízení, které hélium odčerpá. V druhé fázi se jednotka připojí na druhé zařízení, které nejprve sestavou protlačí dusík a posléze odsaje všechny vzduch zevnitř, uvnitř vznikne vakuum. Tento proces trvá přibližně 450 sekund a jeho záměrem je odstranit veškerou vlhkost z útrov měděné konstrukce.

Během procesu vakuování je sestava zpevněná ocelovou kostrou a je postupně olepována antivibračními a tepelnými izolacemi, tam kde je to možné. Zbytek izolací je dolepeno po ukončení procesu vakuování a sundání všech kapler. Po dokončení je sejmuto zajištění a sestava je připravena na přesun na další pracoviště, přičemž přípravek se vrací zpět na pracoviště brazing final assy, kde se na něm bude pájet další sestava.

7) Casing

Než je možné na toto pracoviště přesunout sestavu, tak je nejprve zapotřebí předchystat box, do kterého bude sestava umístěna. Operátor nejprve vychystá potřebné plechy a izolace, kterými budou plechy polepeny. Následně plechy polepí a takto předchystané díly jsou spojeny šrouby podle technologického postupu a vznikne z nich spodní část opláštění řídicí jednotky. Do ní je usazena sestava bez kapler, protože váha kapler by

mohla měděnou konstrukci při transportu poškodit a je ukotvena šrouby. Poté je smontován i zbytek opláštění.

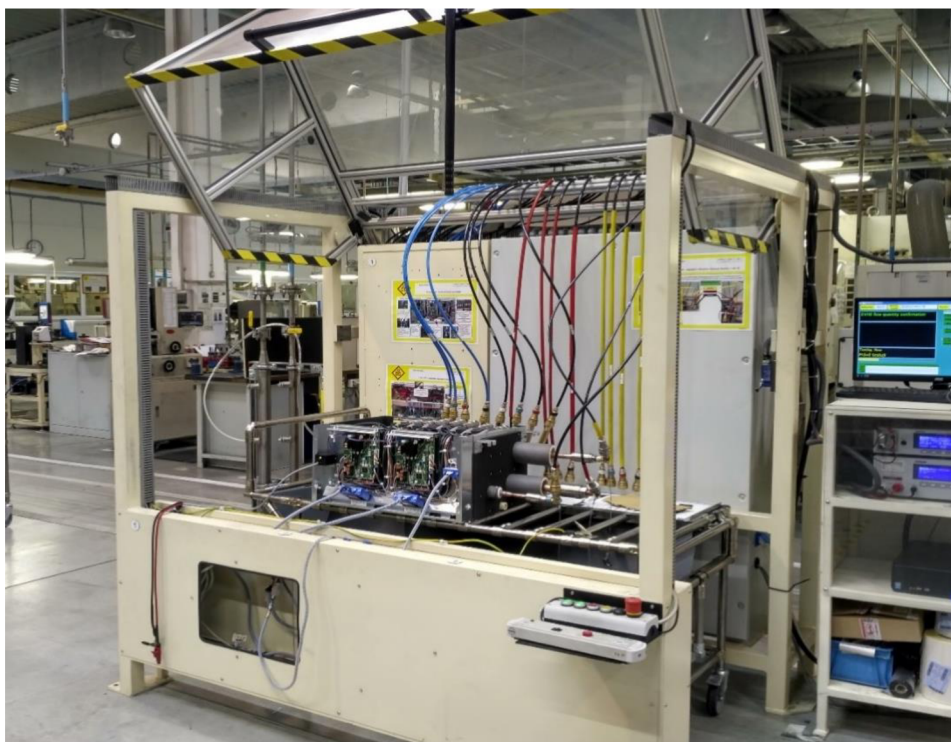
8) Wiring

Kaplery, které byly sejmuty po vakuování, jsou zde zpět nasezeny, protože budou zapotřebí při finálním testování hotové jednotky. Ventily na sestavě jsou označeny barevnými fixy (bílý, červený, modrý, černý) a v dalším kroku na ně jsou připevněny motory podle těchto barev. Na spodní část je připevněn switchbox, který obsahuje veškerou elektroniku řídicí jednotky a je propojen s motory.

Propojení je nejnáročnější operace na tomto pracovišti, každý připojený motor má svůj tvarově a barevně odlišený konektor, aby nedošlo k záměně. Po zapojení je potřeba všechny kabely zapáskovat tak, aby nebyly volné a nedotýkaly se měděné sestavy uvnitř. Zkontrolovaná jednotka pokračuje dál v procesu.

9) Running test

Jednotka je převezena na pracoviště, kde je připravena na finální testování. Na kaplery jsou připojeny přívody, respektive vývody, a to ve stanoveném pořadí. Následně je připojen konektor k switchboxu a na kostru je připevněna katody a anoda. Jednotka se uzavře pod plexisklový kryt tak, aby byl operátor chráněn během provádění HighVoltage testu. Tento test je následně proveden.



Obrázek 12: Jednotka připojená k running testu (Vlastní fotografie dle Daikin, 2016)

Po úspěšném provedení testu jsou tyto konektory opět sejmuty a přechází se k finálnímu testování jednotky. Tentokrát se připojí konektory k základním deskám ve switchboxu, na počítači se spustí test jednotky a probíhá jak test funkčnosti elektroniky, tak test správného spínání ventilů. Test probíhá 260 až 615 sekund v závislosti na vyráběném modelu. Po vyhodnocení je jednotka odpojena, jsou sejmuty kaplery a postupuje na pracoviště balení.

10) Packing

Poslední operací je balení, postupně je zakrytována horní část jednotky a switchbox. Jsou zaslepeny všechny výstupy měděných trubek z jednotky. Pro každou jednotku jsou vytištěny identifikační štítky, které se přilepí na jednotku. Přidá se k ní příslušenství a pokračuje k finálnímu balení.

Pro finální balení je z kartonů sestavená krabice včetně výztuží, do které je jednotka přemístěna spolu s příslušenstvím. Krabice je přiklopena horním víkem, které se polepí zbylými identifikačními štítky. Balení se zapáskuje a pomocí manipulačního jeřábu je přemístěno na paletu, která je na dopravníku.

Na každou paletu se vždy skládá 6 balení, kdy jednoho typu modelu.

2.2.3. Procesní analýza výroby

Procesní analýza byla prováděna v průběhu jednoho měsíce za plného provozu a za standardních výrobních podmínek daných produktů. Pro každý z modelů 4 až 16 a pro každou operaci bylo provedeno 10 měření, které byly následně přepracovány do následujících tabulek č. 4 až č. 13. V případě, že bylo měření narušeno nějakou mimořádnou událostí, tak byly data posouzena a případně vyřazena ze souhrnu měření. Vyřazené data byly nahrazeny novými měřeními.

Pro větší přehlednost byly jednotlivé činnosti v tabulkách barevně odlišeny.

Tabulka 3: Rozlišení typu činností (Vlastní zpracování)

Operace	Modrá
Kontrola	Šedá
Transport	Oranžová
Čekání	Žlutá

1) Refrigerant pipe assy

U tohoto procesu se výrobní postup ani výrobní časy u jednotlivých modelů neliší. Výroba jednoho dílu zabere přibližně 192 sekund. Čas potřebný pro výrobu kusů pro jeden celek je závislý na typu modelu, který je kompletován. Celkový čas se pak vypočítá prostým násobkem času na jeden kus a počtem potřebných kusů.

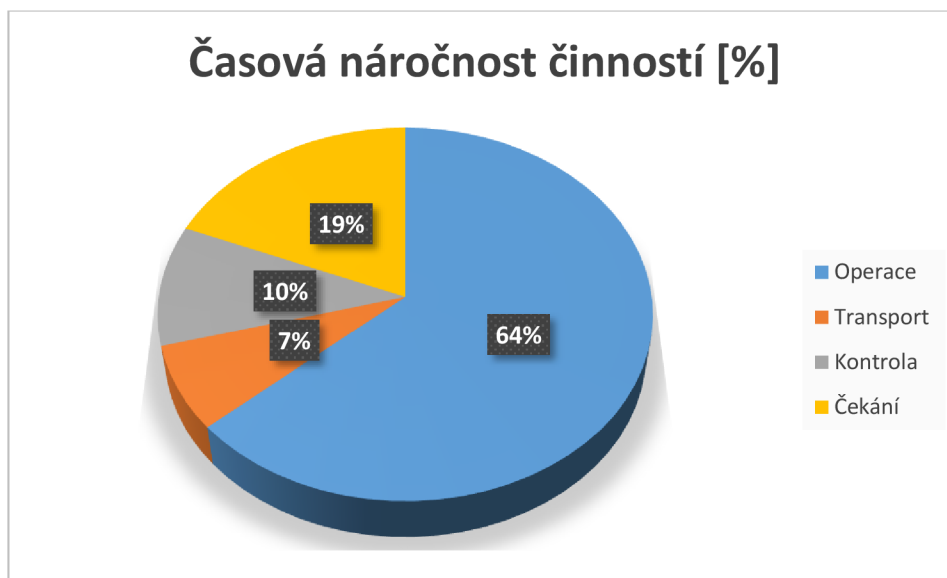
Časově nejnáročnější operací je pájení, které trvá okolo 52 sekund a jde o stěžejní operaci v tomto procesu.

Tabulka 4: Procesní analýza refrigerant pipe assy (Vlastní zpracování)

Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]
		Pro všechny modely
1-1	Vychystání materiálu	10
1-2	Čekání na materiál	20
1-3	Transport	3
1-4	Založení do přípravku	12
1-5	Zapojení dusíku	3
1-6	Puštění vody	3
1-7	Zapálení hořáku	2
1-8	Pájení	52
1-9	Transport	5
1-10	Chlazení	15
1-11	Kontrola	20
1-12	Transport	3
1-13	Čekání na materiál	16
1-14	Přípevnění izolace	20
1-15	Transport	3
1-16	Označení a odložení dílu	5
Celkový čas operace		192

Hned na první pohled je z grafu číslo 1 zřejmé, že prostoje ve výši 19 % z celého procesu jsou významné a ovlivňují celou výrobu. Prostoje jsou způsobené čekáním na výrobní materiál, který na výrobní lince BS Unit došel, respektive nebyl včas doplněn.

Na samotnou výrobu pak zbývá jen 81 %, ve kterých je zahrnuta operace 64 %, kontrola 10 % a transport 7 %.



Graf 1: Celková časová náročnost refrigerant pipe assy (Vlastní zpracování)

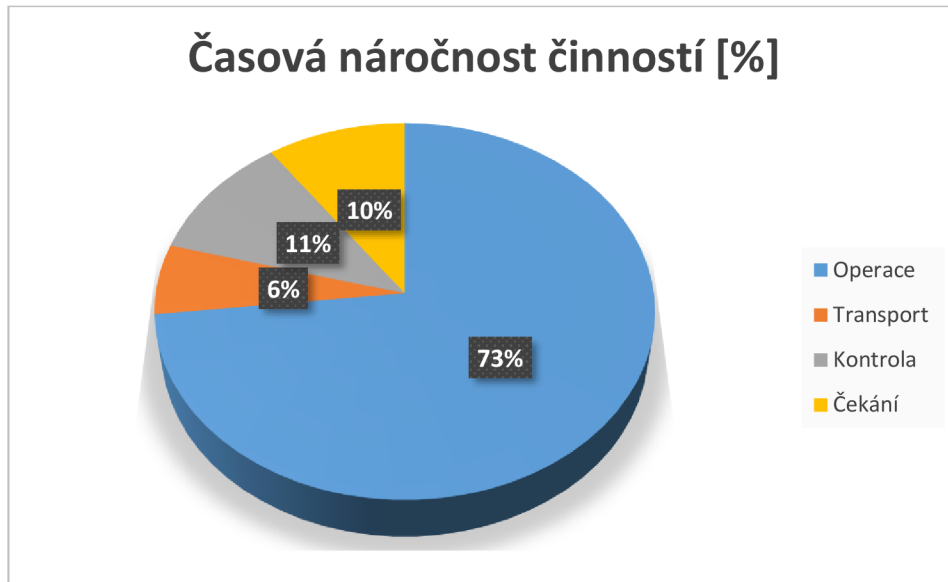
2) Liquid pipe assy

Celý proces výroby trvá 183 sekund, přičemž zhruba jednu třetinu procesu zabírá operace pájení, a to přibližně 62 sekund. Další 47 sekund trvají operace potřebné na přípravu výroby.

Tabulka 5: Procesní analýza liquid pipe assy (Vlastní zpracování)

Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]
		Pro všechny modely
2-1	Vychystání materiálu	15
2-2	Čekání na materiál	18
2-3	Transport	3
2-4	Založení do přípravku	22
2-5	Zapojení dusíku	5
2-6	Puštění vody	3
2-7	Zapálení hořáku	2
2-8	Pájení	62
2-9	Transport	5
2-10	Chlazení	15
2-11	Kontrola	20
2-12	Transport	3
2-13	Označení a odložení dílu	10
Celkový čas operace		183

V grafu číslo 2 je vidět, že největší část doby zabírají operace, a to 73 %. Vzhledem k době trvání je na tom podobně kontrola s 11 % a neproduktivní čekání na materiál s 10 %, což je poměrně výrazná část celého procesu. Zbylou část 6 % zabírá transport materiálu z regálu na pracoviště.



Graf 2: Celková časová náročnost liquid pipe assy (Vlastní zpracování)

3) Plate finned coil header assy

Od tohoto procesu začíná být „důležité“, o který model jednotky se jedná, protože každý z modelů je jinak konstrukčně složitý. V závislosti na složitosti konstrukce se úměrně zvyšuje i časová náročnost procesu. To znamená, že zatímco u Modelu 4 je výrobní čas 539 sekund, tak u nejsložitějšího modelu je výrobní čas až 2001 sekund. Což je zhruba čtyřnásobek oproti nejjednoduššího modelu.

Tabulka 6: Procesní analýza plate finned coil header assy (Vlastní zpracování)

Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]					
		Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
3-1	Vychystání materiálu	15	15	20	20	30	30
3-2	Čekání na materiál	19	25	35	45	50	65
3-3	Transport	5	5	5	5	5	5
3-4	Založení do přípravku	15	15	20	30	40	40
3-5	Vychystání materiálu	15	15	20	20	30	30
3-6	Čekání na materiál	15	25	35	45	50	65
3-7	Transport	5	5	5	5	5	5
3-8	Založení do přípravku	10	10	15	15	20	5
3-9	Vychystání materiálu	15	20	25	30	40	60
3-10	Čekání na materiál	15	20	26	31	46	51
3-11	Transport	5	5	5	5	5	5
3-12	Založení do přípravku	40	60	80	105	135	190
3-13	Zapojení dusíku, vody, zapálení hořáku	15	20	20	20	20	20
3-14	Pájení	300	485	675	865	1020	1290
3-15	Chlazení	15	25	30	35	40	45
3-16	Kontrola	15	20	30	40	50	75
3-17	Transport	10	10	10	10	10	10
3-18	Označení a odložení dílu	10	10	10	10	10	10
	Celkový čas operace	539	790	1066	1336	1606	2001

V následujícím grafu číslo 3 je vidět, že jsou jednotlivé činnosti rozděleny na transport a kontrola zabírají dohromady jen asi 8 % z celkového objemu, což je přijatelné. Co už tak pozitivní není, to jsou prostoje ve výši 9 %.



Graf 3: Celková časová náročnost plate finned header assy (Vlastní zpracování)

4) Brazing final assy

V tabulce číslo 7 je rozepsaný proces na jednotlivé operace a pro každý model zvlášť. Přestože u většiny operací se potřebný čas na realizaci zvyšuje se složitostí modelu, tak u operací jako označení hotového dílu, většiny transportů, připojení dusíku, zapálení hořáku jsou časy konstantní. Změna modelu na ně nemá žádný vliv, protože je jedno, jestli je připojena hadice s dusíkem do menší nebo větší sestavy, operace trvá pokaždé stejně dlouho.

Tabulka 7: Procesní analýza brazing final assy (Vlastní zpracování)

Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]					
		Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
4-1	Nachystání přípravku	20	20	20	20	20	20
4-2	Transport	10	10	10	10	10	10
4-3	Vychystání materiálu	15	20	30	30	35	50
4-4	Čekání na materiál	35	48	58	66	72	92
4-5	Transport	20	20	20	20	30	40
4-6	Usazení do přípravku	30	45	70	80	90	110
4-7	Transport	5	5	5	5	5	5
4-8	Zapojení dusíku, zapálení hořáku	15	15	15	15	15	15
4-9	Pájení	180	255	300	330	360	420
4-10	Chlazení	15	20	20	25	30	35
4-11	Kontrola	20	25	30	30	30	35
4-12	Transport	10	10	10	10	10	10
4-13	Vychystání materiálu	25	30	30	40	40	55
4-14	Transport	30	30	30	30	40	50
4-15	Usazen do přípravku	70	100	120	150	165	215
4-16	Zapojení dusíku, zapálení hořáku	15	15	15	15	15	15
4-17	Pájení	205	290	370	430	465	630
4-18	Chlazení	10	15	15	20	25	35
4-19	Kontrola	15	15	25	35	35	55
4-20	Transport	20	20	20	20	20	20
4-21	Označení a odložení dílu	10	10	10	10	10	10
	Celkový čas operace	775	1018	1223	1391	1522	1927

V tomto procesu již není doba prostoje natolik významná jako v předcházejících procesech, jedná se o přibližně 5 %. Doba transportu zabírá 12 % z procesu, to však není způsobené velkými transportními vzdálenostmi, ale jde spíše o četnost pohybu, který musí pracovník provést při kompletaci sestavy.



Graf 4: Celková časová náročnost brazing final assy (Vlastní zpracování)

5) He test

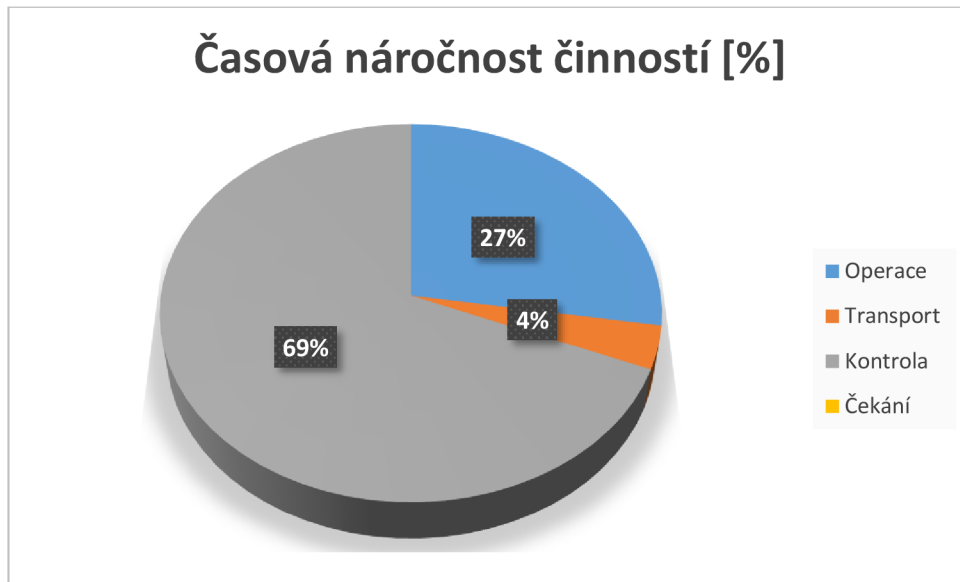
Jak je v tabulce číslo 8 vidět, tak z celkového počtu desíti operací je osm operací z pohledu časové náročnosti neměnných. Zbylé dvě úměrně rostou s náročností procesu. Více než dvě třetiny z procesu probíhá kontrola těsnosti pájených spojů.

Tabulka 8: Procesní analýza He test (Vlastní zpracování)

Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]					
		Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
5-1	Nasazení kapler	45	60	85	105	120	150
5-2	Transport	5	5	5	5	5	5
5-3	Přidání STAY	10	10	10	10	10	10
5-4	Transport	5	5	5	5	5	5
5-5	Příprava na natlakování He	40	40	40	40	40	40
5-6	Natlakování He	70	70	70	70	70	70
5-7	Transport	15	15	15	15	15	15
5-8	Kalibrace	10	10	10	10	10	10
5-9	Transport	5	5	5	5	5	5
5-10	Kontrola těsnosti	280	330	480	640	750	885
	Celkový čas operace	485	550	725	905	1030	1195

V důsledku toho, že do procesu nevstupuje žádný výrobní materiál, tak proces není ovlivněn neoptimálním skladovým hospodářstvím a nedochází zde, k prostojům

způsobeným čekáním na výrobní materiál. Je zde vysoký podíl kontroly, přibližně 69 % a 27 % připadá na operace představující především přípravnou práci na samotnou kontrolu.



Graf 5: Celková časová náročnost He test (Vlastní zpracování)

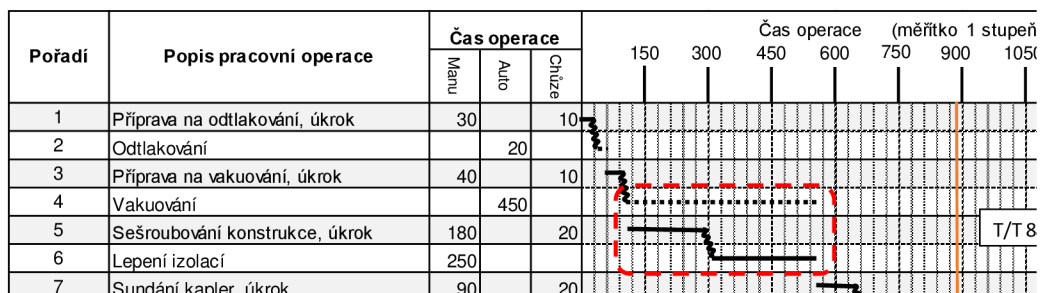
6) Vacuuming

Do této etapy výroby vstupuje hned dvakrát automatická práce stroje, nejprve při odsávání hélia ze sestavy a poté při vakuování sestavy, které trvá okolo 450 sekund, a to nezávisle na vyráběném modelu. Během vakuování dochází i k započnutí dalších operací jako namontování nosné konstrukce a připevnění izolací. Tyto operace jsou v první fázi v tabulce číslo 9 vynulovány (viz „hvězdička“ ve sloupci popis pracovní operace), protože zde nedochází k prodloužení doby trvání samotného procesu. Započteny jsou až časy, které přesahují dobu práce stroje a jsou prováděna po ukončení operace vakuování, taktéž viz tabulka níže.

Tabulka 9: Procesní analýza vacuuming (Vlastní zpracování)

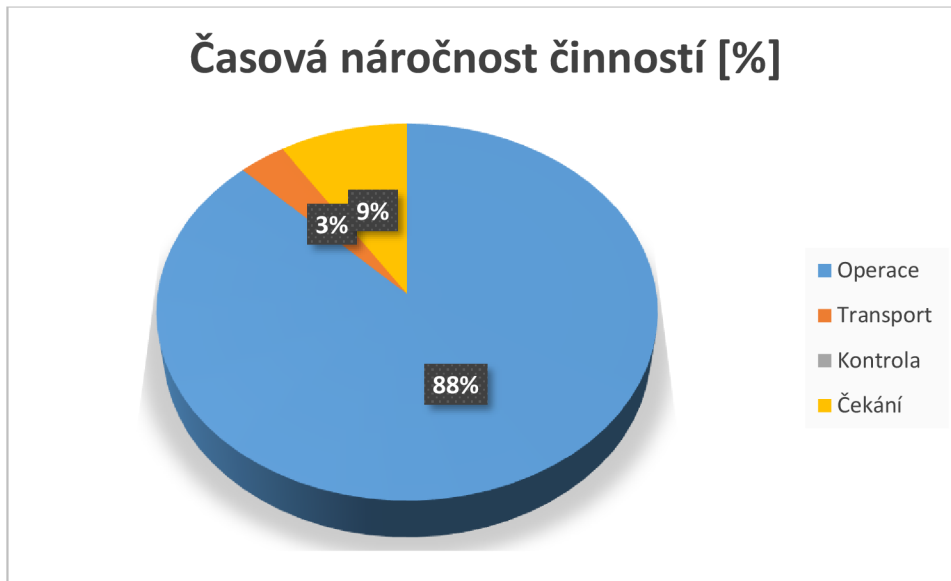
Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]					
		Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
6-1	Příprava na odtlakování	30	30	30	30	30	30
6-2	Transport	10	10	10	10	10	10
6-3	Odtlakování	20	20	20	20	20	20
6-4	Příprava na vakuování	40	40	40	40	40	40
6-5	Transport	10	10	10	10	10	10
6-6	Vakuování	450	450	450	450	450	450
6-7	* Sešroubování konstrukce	0	0	0	0	0	0
6-8	* Transport	0	0	0	0	0	0
6-9	* Lepení izolací	0	0	0	0	0	0
6-10	Čekání na materiál	109	127	155	180	204	234
6-11	Sundání kapler	60	90	115	145	175	205
6-12	Transport	20	20	20	20	30	40
6-13	Lepení izolací	450	600	850	1075	1275	1530
Celkový čas operace		1199	1397	1700	1980	2244	2569

Pro lepší představu je možné se podívat na obrázek číslo 13, na kterém lze vidět, že operace 4 (auto – čas práce stroje) se na časové ose kryje s operací 5 a 6. Z tohoto důvodu jsou operace nulové, protože neprodlužují celkový čas tohoto procesu.



Obrázek 13: Průběh operací na pracovišti vacuuming (Vlastní zpracování)

Téměř polovinu času z doby operace, který je 88 %, zabírá strojový čas. Na prostoje způsobené chybějícím materiálem připadá 9 %.



Graf 6: Celková časová náročnost vacuuming (Vlastní zpracování)

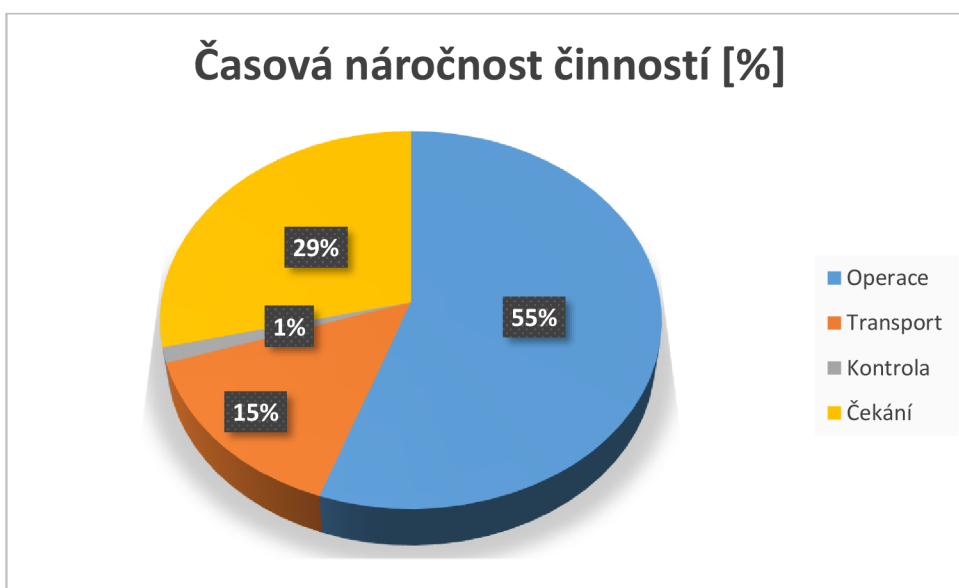
7) Casing

Zde do produktu vstupuje největší množství materiálu, z čehož se dá odhadnout a měření to potvrzuje, že na tomto pracovišti dochází k největším prostojům způsobeným chybějícím výrobním materiálem. Jde téměř o třetinu doby procesu, což se dá označit jako poměrně velký nedostatek tohoto procesu.

Tabulka 10: Procesní analýza casing (Vlastní zpracování)

Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]					
		Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
7-1	Vychystání plechů	150	160	160	170	170	180
7-2	Čekání na materiál	220	240	240	250	260	280
7-3	Transport	80	80	80	80	80	80
7-4	Vychystání izolací	150	160	160	170	170	180
7-5	Čekání na materiál	216	220	220	230	230	250
7-6	Transport	80	80	80	80	80	80
7-7	Polepení dílů izolacemi	200	230	230	250	250	270
7-8	Transport	20	20	20	20	20	20
7-9	Montáž základny	120	140	140	140	160	180
7-10	Transport	20	20	20	20	20	20
7-11	Umístění sestavy do boxu	60	60	60	60	60	80
7-12	Transport	20	20	20	20	20	20
7-13	Montáž zbytku boxu	160	160	160	170	180	190
7-14	Kontrola	20	20	20	20	20	25
Celkový čas operace		1516	1610	1610	1680	1720	1855

Jak už bylo zmíněno výše, tak čekání zabírá téměř třetinu výrobního procesu, konkrétně 29 %. Významnou část doby ukrajuje i pohyb při vychystávání výrobního materiálu, jde o 15 %. Zbylých 56 % připadá na kontrolu a vlastní operace výroby.



Graf 7: Celková časová náročnost casing (Vlastní zpracování)

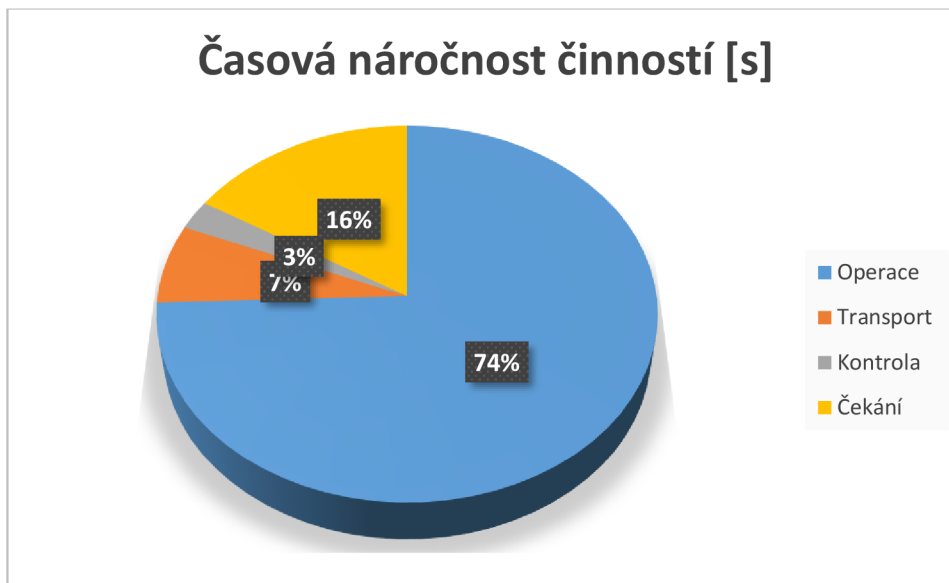
8) Wiring

Jedná se o manuálně nejnáročnější pracoviště, na kterém je zapotřebí být zručný a precizní, protože největší podíl na procesu wiring má zapojování elektroniky a posléze zafixování všech kabelů do stanovených pozic. V případě, že dojde k pochybení při fixaci kabeláže, tak musí být komplet znovu rozdělán a opětovně zafixován.

Tabulka 11: Procesní analýza wiring (Vlastní zpracování)

Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]					
		Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
8-1	Nasazení kapler	20	25	30	35	40	45
8-2	Transport	10	10	10	10	10	10
8-3	Označení ventilů	20	25	30	35	40	45
8-4	Transport	10	10	10	10	10	10
8-5	Nasazení motorů	90	130	160	190	230	290
8-6	Čekání na materiál	96	132	192	228	264	374
8-7	Transport	20	20	20	20	20	20
8-8	Přípevnění switchboxu	45	60	60	60	60	75
8-9	Sepnutí kabelů	15	30	60	70	90	120
8-10	Zapojení kabelů	250	335	550	675	790	1200
8-11	Vizuální kontrola	15	15	25	30	35	50
Celkový čas operace		591	792	1147	1363	1589	2241

Čekání na výrobní materiál je navázáno především na motory, které se připojují na ventily. Tyto díly nejsou skladovány na lince, ale ve skladu, nicméně je pro ně vymezený vlastní prostor a není potřeba je složitě hledat mezi ostatním materiálem. Vzdálenost skladu však způsobuje, že se čekání na procesu podílí 16 %. Zbýlých 84 % připadá na operace 74 %, transport 7 % a kontrolu 3 %.



Graf 8: Celková časová náročnost wiring (Vlastní zpracování)

9) Running test

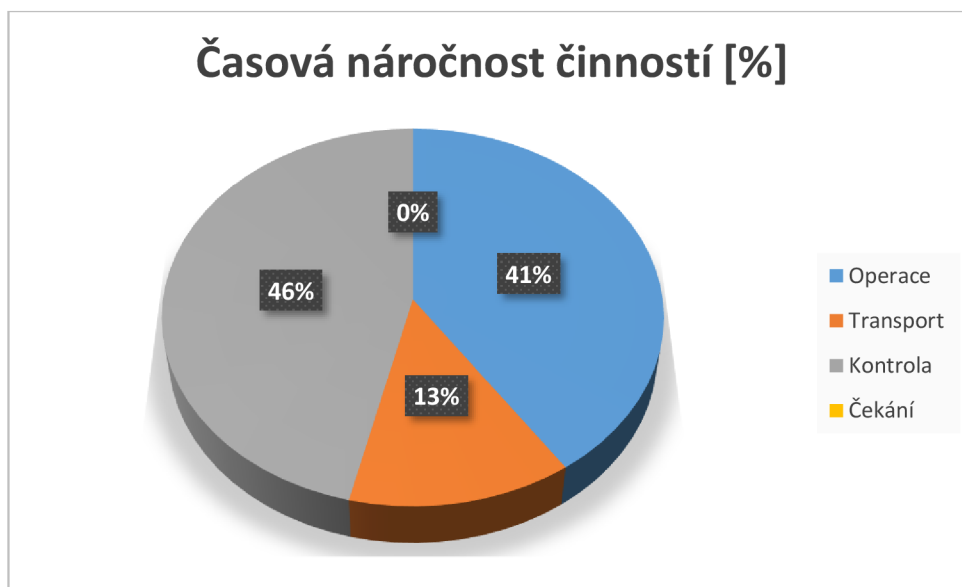
Po testu těsnosti sestavy se jedná o druhý z výrobních procesů, kde připadá na kontrolní činnost největší podíl času. Rovněž zde nevstupuje žádný výrobní materiál, což se podepisuje na nulových prostojích způsobených čekáním na chybějící materiál. Nicméně je zde velký podíl chůze při zapojování a testování jednotky.

Nejvýznamnější podíl na celku má operace, při které probíhá samotné finální testování. V závislosti na testovaném modelu se čas testování jednotky pohybuje v rozmezí 260 až 615 sekund.

Tabulka 12: Procesní analýza running test (Vlastní zpracování)

Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]					
		Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
9-1	Připojení kapler	40	50	55	55	55	90
9-2	Transport	20	20	20	20	20	20
9-3	Načtení jednotky do systému	20	20	20	20	20	20
9-4	Transport	10	10	10	10	10	10
9-5	Příprava na HV test	40	40	40	40	40	40
9-6	HighVoltage test	20	20	20	20	20	20
9-7	Příprava na running test	40	40	40	40	40	40
9-8	Running test	260	305	365	435	500	615
9-9	Transport	10	10	10	10	10	10
9-10	Odpojení kapler	45	50	50	50	50	60
9-11	Transport	20	20	20	20	20	20
9-12	Sundání kapler	60	80	80	80	80	110
9-13	Transport	20	20	20	20	20	20
Celkový čas operace		605	685	750	820	885	1075

Kontrola zabírá 46 % z celkové doby, transport 13 % a operace 41 %. Jelikož nejsou zaznamenány žádné prostoje způsobené čekáním, tak mají v grafu nulovou hodnotu.



Graf 9: Celková časová náročnost running test (Vlastní zpracování)

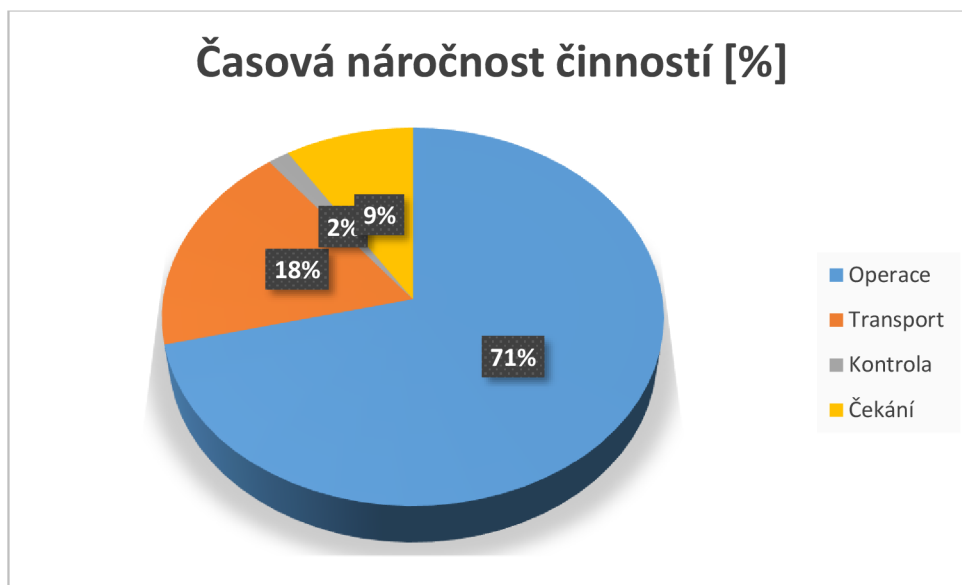
10) Packing

Proces packing je rozdělen do tří fází, v první je jednotka finálně dokončená. V druhé fázi je zkompletováno balení, do kterého je jednotka zabalena v třetí fázi. Mezi těmito fázemi dochází k transportu, který tyto fáze rozděluje. Časově nejnáročnější jsou operace zakrytování jednotky a sestavení kartonového balení.

Tabulka 13: Procesní analýza packing (Vlastní zpracování)

Pořadí	Popis pracovní operace	Čas operace [s]					
		Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
10-1	Zakrytování jednotky	120	130	145	160	170	230
10-2	Čekání na materiál	20	22	25	25	30	30
10-3	Transport	20	20	20	20	20	20
10-4	Nalepení štítku	30	30	30	30	30	30
10-5	Transport	20	30	20	20	20	20
10-6	Nasazení krytek trubek	35	45	55	70	80	100
10-7	Čekání na materiál	20	22	25	25	30	30
10-8	Transport	10	10	10	10	10	10
10-9	Sestavení kartonového balení	100	125	130	155	155	210
10-10	Čekání na materiál	20	22	22	28	24	40
10-11	Transport	20	20	20	20	30	30
10-12	Kontrola	10	15	20	25	25	30
10-13	Příprava jednotky na zabalení	60	60	80	80	80	90
10-14	Transport	20	20	30	30	30	30
10-15	Finální balení jednotky	40	50	50	50	50	70
10-16	Transport	20	20	20	20	20	20
10-17	Zapáskování	65	65	60	60	90	120
10-18	Transport	10	10	10	10	10	10
10-19	Expedice	20	20	20	20	30	30
Celkový čas operace		660	736	792	858	934	1150

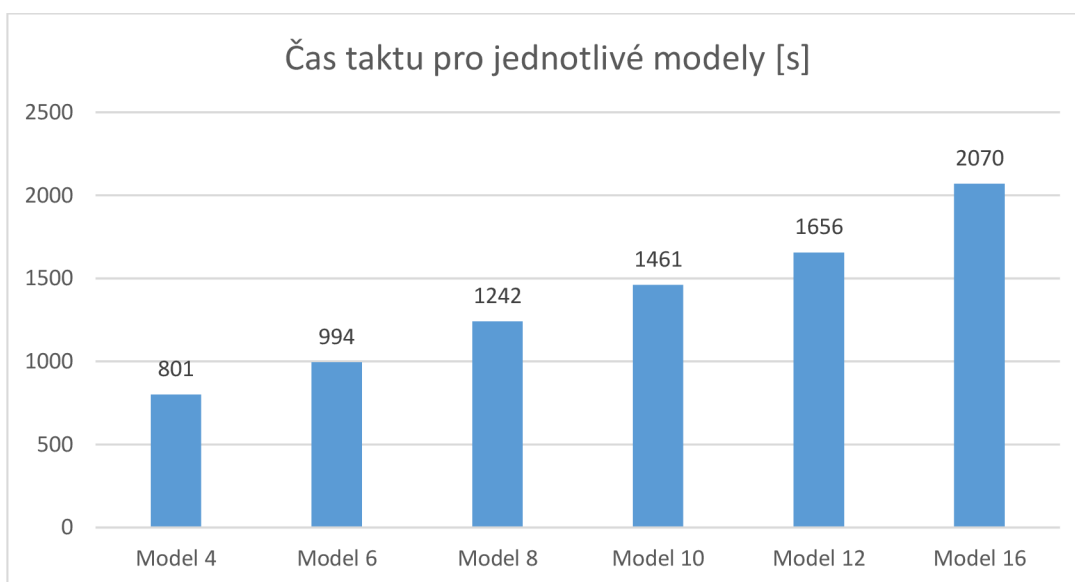
Podíl doby transportu je 18 % z celkové doby procesu. To je způsobeno tím, že se jednotka přesouvá nejprve na pozici, kde je finalizována, poté je přesouvána do finálního balení a toto finální balení je nakonec transportováno na připravenou paletu. Operace zabírá 71 %, kontrola 2 % a čekání zbylých 9 % doby procesu.



Graf 10: Celková časová náročnost packing (Vlastní zpracování)

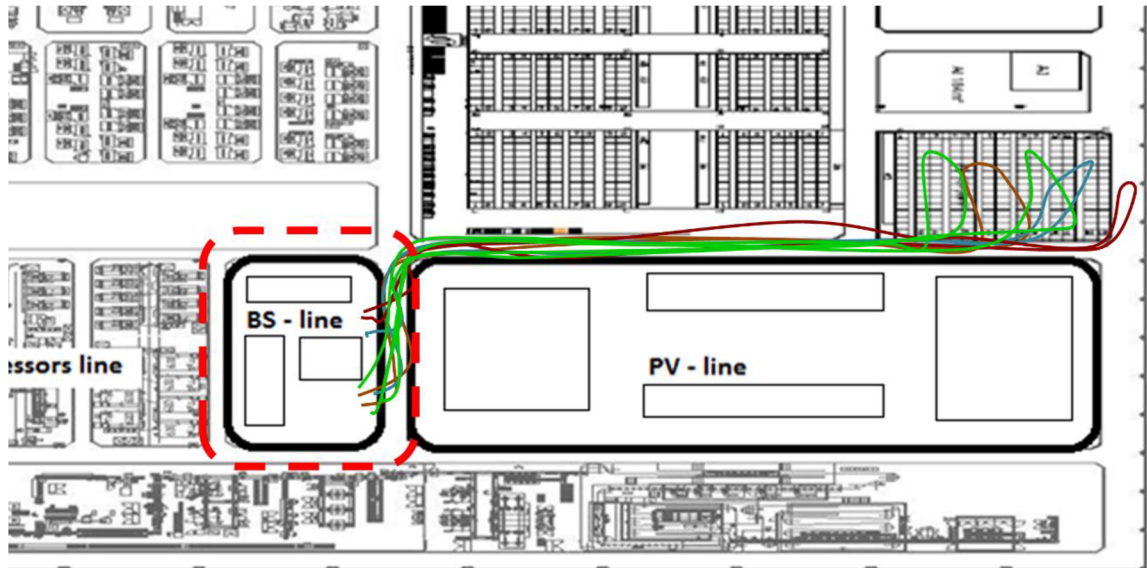
2.2.4. Tact time výrobní linky BS Unit

Na základě měření, které jsou detailně rozpracovány v procesní analýze, byla stanovena doba taktu výroby pro jednotlivé modely. Tyto časy úměrně rostou spolu se složitostí prováděné montáže. Časová náročnost se pohybuje v rozmezí od 801 sekund u modelu 4 až po 2070 sekund u modelu 16.



Graf 11: Čas taktu jednotlivých modelů (Vlastní zpracování)

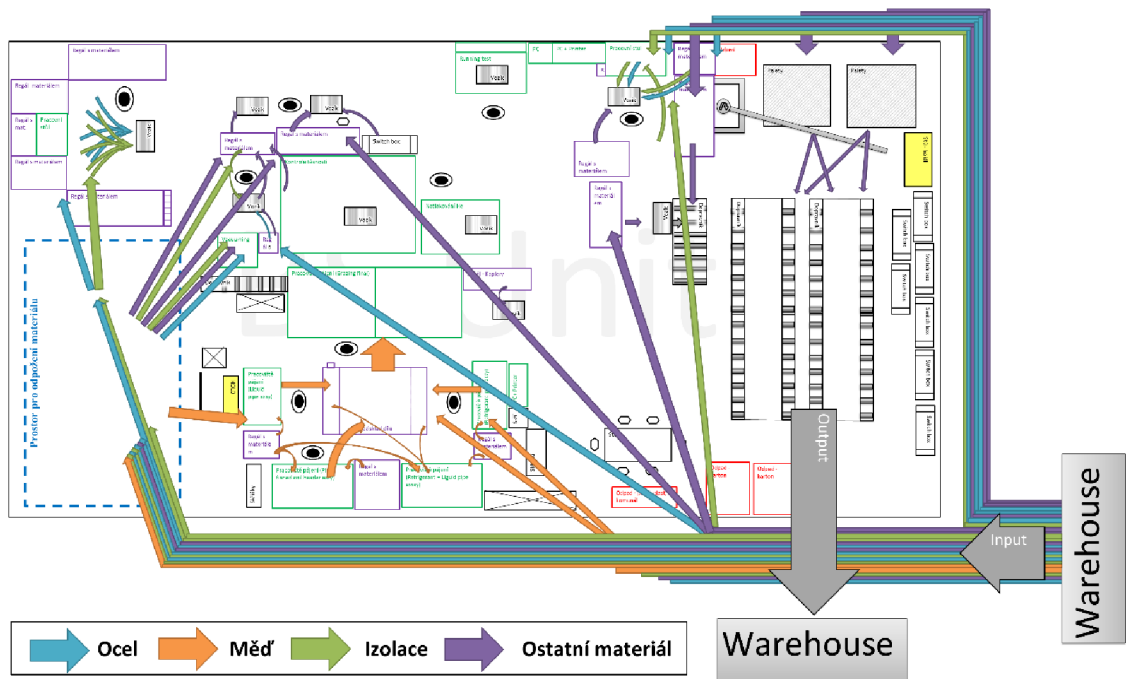
V případě, že materiál nenaleznou v meziskladu přímo na výrobní lince, tak musejí jít pro položku do skladu, který je vzdálený přibližně 60 metrů viz obrázek číslo 15 a je podobně neorganizovaný jako ten na výrobní lince. To se projevuje v prostojích ve výrobním procesu.



Obrázek 15: Spaghetti diagram mimo linku BS Unit (Vlastní zpracování)

2.2.6. Analýza materiálových toků

Vstupující materiál na výrobní linku je rozdělen do 4 skupin viz legenda na obrázku číslo 16. Na obrázku je možné vidět, že vstup a distribuce materiálu na linku je poměrně neorganizovaná, což způsobuje především potřeba transportovat chybějící materiál přímo na pracoviště, pokud není materiál nalezen v meziskladu na výrobní lince.



Obrázek 16: Diagram materiálových toků (Vlastní zpracování)

2.2.7. Vymezení zjištěných nedostatků

Největší problém výrobní linky BS Unit spočívá ve špatné distribuci výrobního materiálu, jak je vidět v diagramu materiálových toků (viz kapitola 2.2.6). a spaghetti diagramu (viz kapitola 2.2.5.). V tomto případě si za naskladnění materiálu na pracoviště zodpovídají sami operátoři daného pracoviště. Jelikož je na některých pracovištích až několik desítek položek a jejich spotřeba se mění v závislosti na struktuře denní výroby, tak není ve schopnostech operátora si pohlídat optimální stav zásob.

V případě, že některá z položek na výrobní lince dojde, tak musí operátor jít a položku si obstarat. V tuto chvíli nastává dvojitý problém, operátor musí hledat výrobní materiál v nepřehledném a neorganizovaném meziskladu na výrobní lince, což samo o sobě zabere mnoho času, který by měl být věnován vlastní výrobě.

Pokud však danou položku přes veškeré úsilí nenajde, tak se musí vydat do vzdáleného skladu, kde musí položku najít a nechat si jí odepsat skladníkem. Tyto časové prodlevy se přelévají do jednotlivých operací, ve vypracované procesní analýze se jedná o dobu čekání na výrobní materiál. Jedná se přibližně o 10 % z celkového výrobního procesu.

Základními nedostatky teda jsou, kapacita a neorganizovanost skladovacích prostor v rámci výrobní linky, a dále nutnost si materiál obstarat „sám“ z poměrně vzdáleného skladu materiálu.

3. VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Vlastní návrhy řešení současného stavu pracují s hlavními nedostatky a jejím účelem je tyto nedostatky odstranit nebo alespoň minimalizovat jejich dopad. Řešení se bude věnovat dvěma největším zjištěným nedostatkům na výrobní lince, a to skladování a organizaci výrobního materiálu na výrobní lince a v druhém kroku samotné distribuci materiálu na výrobní linku.

3.1.Skladování materiálu na výrobní lince

Jedním z hlavních důvodů, proč není na výrobní lince materiál organizován tak, aby bylo jeho umístění přehledné a snadno dohledatelné, je ten, že na výrobní lince není dostatek prostoru na umístění veškerého potřebného materiálu a prostor pro jeho uložení není žádným způsobem standardizován. Proto je zapotřebí zefektivnit využití prostoru určeného pro mezisklad a materiál v něm zorganizovat.

Jedním z možných řešení je výstavba vícepatrových regálů, které umožní zvýšit kapacitu skladovacího prostoru. Vzhledem k vymezenému prostoru pro mezisklad se bude jednat o čtyři regály o rozměrech 200 x 250 centimetrů (šířka x hloubka) a budou mít čtyři výškově nastavitelná patra tak, aby operátor mohl bez problémů vychystat materiál z nejvyššího patra.

Jelikož je ve výrobě velké množství položek, tak se dá předpokládat, že ne všechny položky se budou moci naskladňovat do meziskladu na výrobní lince. Proto v tomto meziskladu budou mít přednostně pozici položky, které spadají podle Paretova pravidla mezi položky z vyšší četností použití na výrobní lince a jsou proto i častěji doplňovány. Naopak položky s nízkou četností použití budou naskladněny ze skladu přímo do regálů na pracovištích, a to v objemu zásoby na jednu až dvě směny podle typu materiálu (regály vyznačené fialovou barvou viz obrázek číslo 17).

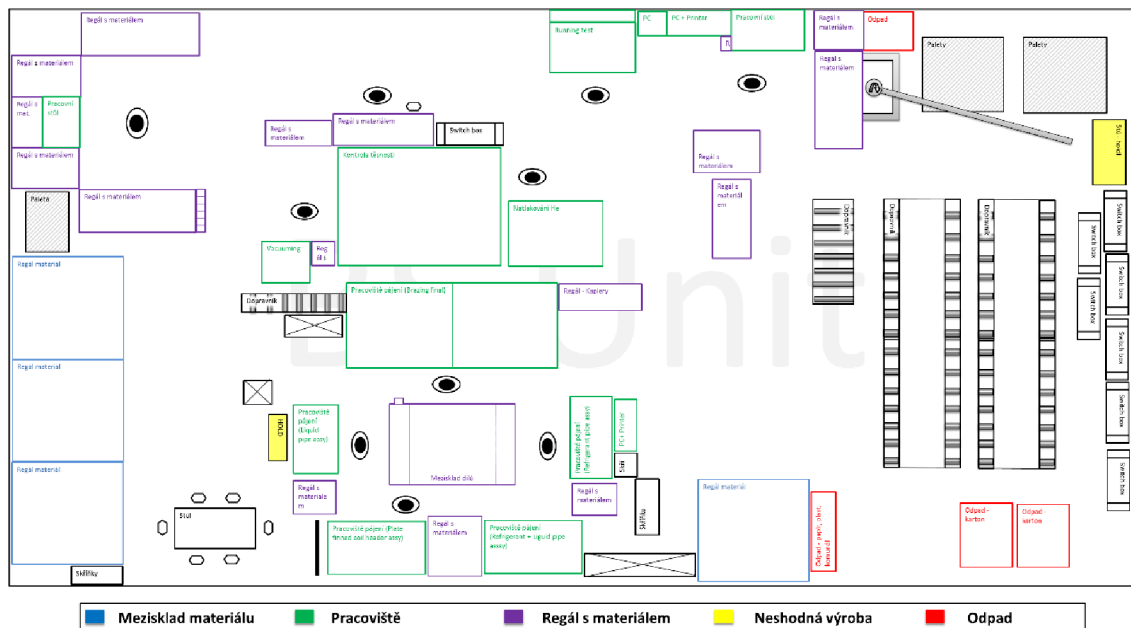
Při naskladňování materiálu do regálů v meziskladu (vyznačeno modře viz obrázek číslo 17) bude brán zřetel na vlastnosti, typ a modelovou příslušnost materiálu. V závislosti na zásadách ergonomie bude těžší materiál jako je měď nebo ocel umístěn do středu regálu, kde se operátor nebude muset ohýbat dolů, ani natahovat nahoru, a proto u něho nebude docházet tolik k zatěžování pohybového aparátu. Pod ním bude

umístěn lehčí materiál a nahoře bude z bezpečnostních důvodů umístěn nejtěžší materiál jako jsou izolace, aby v případě pádu nedošlo k nějakému poškození nebo zranění.

Náklady na pořízení regálové konstrukce jsou stanoveny podle ceníků dodavatele, který je dlouholetým dodavatelem skladového vybavení pro společnost. Náklady na regálový systém jsou ve výši 95.000 Kč

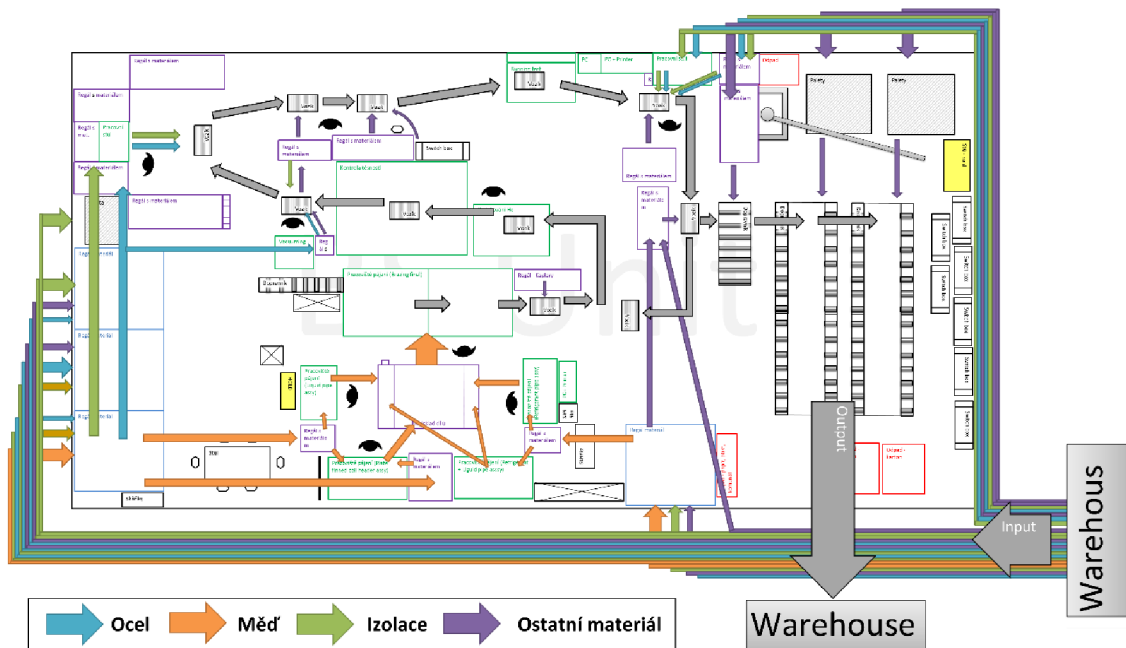
3.1.1. Rozložení výroby

Na následujícím obrázku číslo 17 je zakresleno navrhované rozmístění čtyř regálů. Tři jsou umístěny v prostoru původního meziskladu a jeden na původním místě zóna pro odpočinek. Ta se přesunula do prostoru, který se uvolnil po zredukování původního meziskladu.



Obrázek 17: Návrh rozložení výrobní linky (Vlastní zpracování)

Jak je vidět na diagramu materiálových toků, tak je materiál organizován v závislosti na tom, na jakém pracovišti se používá tak, aby byla minimalizována transportní vzdálenost, kterou musí operátor urazit. Šedou šipkou na obrázku číslo 18 je vyznačen směr pohybu vyráběné jednotky na výrobní lince.

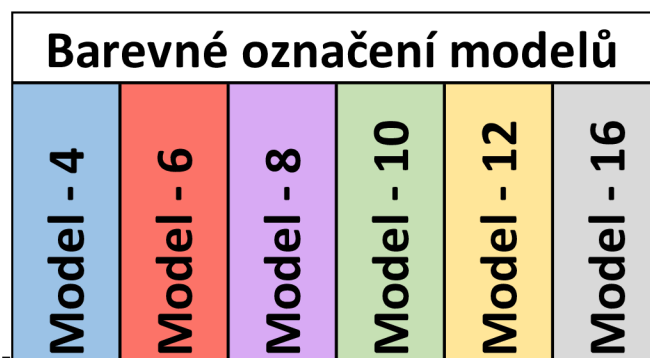


Obrázek 18: Diagram materiálových toků po zavedení návrhu (Vlastní zpracování)

3.1.2. Vizualizace a organizace materiálu

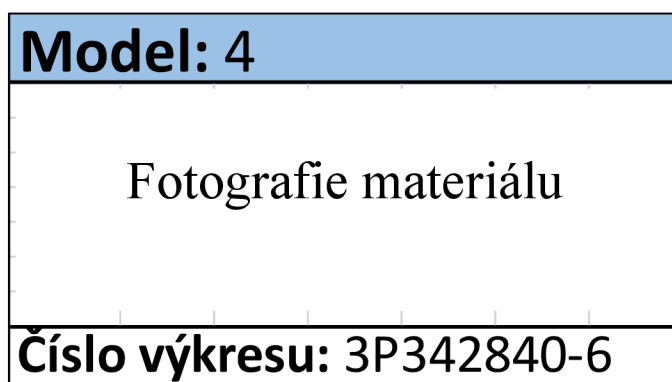
Kromě samotného uspořádání materiálu v regálech je potřeba jeho umístění standardizovat a v tomto případě i vizualizovat. Označení pozic, do kterých konkrétní materiál patří napomůže k udržení nastaveného „pořádku“. Samotná vizualizace materiálu v regálu pak napomůže k rychlejšímu nalezení materiálu a zkrácení doby hledání.

Pro větší přehlednost byly vytvořeny barevné kategorie pro jednotlivé modely viz obrázek číslo 19. To by mělo operátorům napomoci k identifikaci materiálu už z větší vzdálenosti a nasměrovat je do dané oblasti regálu, ve které je materiál pro vyráběný model. Materiál bude v regálech sdružený podle modelů.



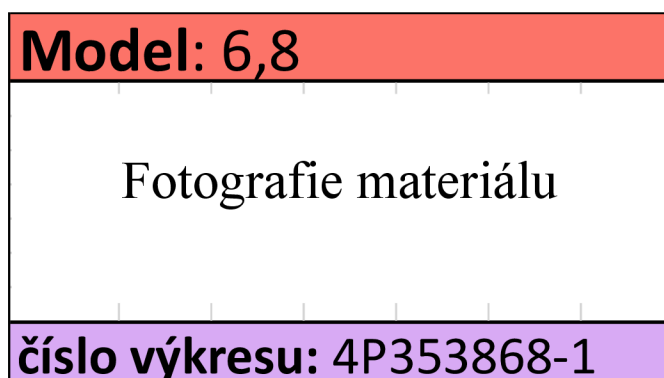
Obrázek 19: Barevné rozdělení modelů (Vlastní zpracování)

Návrh štítků má tři typy barevného rozlišení materiálu. V případě, že je položka určena pouze pro výrobu jednoho modelu, tak má štítek zabarvenou pouze horní lištu s popisem modelu. Vzor viz obrázek číslo 20.



Obrázek 20: Štítek pro jednu variantu modelu (Vlastní zpracování)

Pokud je materiál určen pro dva určité modely, což se stává u modelu 6 a 8, a také u modelu 10 a 12, které mají některé části konstrukce totožné, tak je štítek zabarven jednou barvou na horní liště a druhou na té spodní, vzor viz obrázek číslo 21.



Obrázek 21: Štítek pro dvě varianty modelů (Vlastní zpracování)

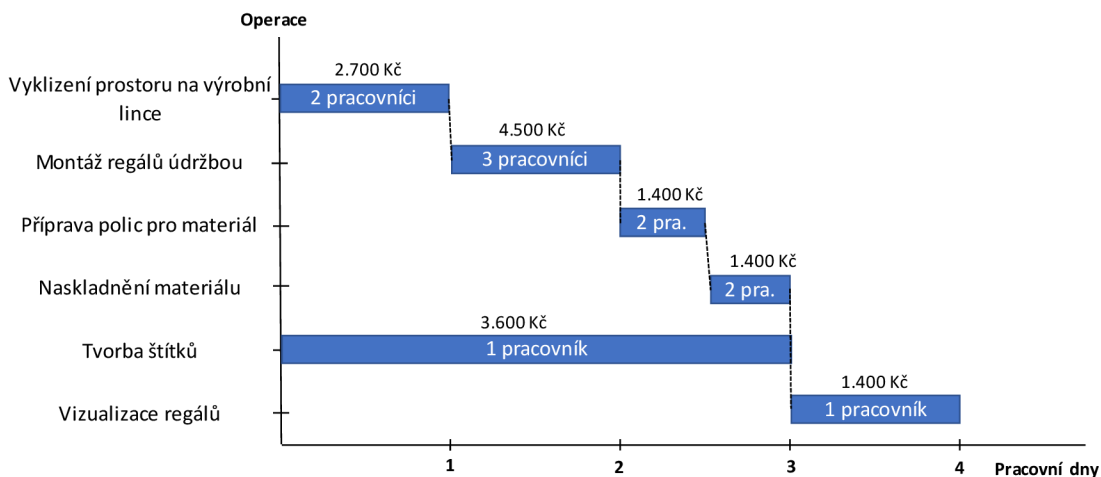
V případě dalšího materiálu jako jsou šrouby a podobně, kde je materiál využíván pro všechny modely, tak je štítek ponechán čistě bílý.

3.1.3. Postup realizace výstavby regálového systému

Pro výstavbu regálů je nutné nejprve vyklidit potřebný prostor podle navrženého layoutu viz obrázek číslo 17. To by mělo zabrat dvěma pracovníků maximálně jeden pracovní den. Druhý den pracovníci údržby celý regálový systém sestaví a umístí do určených pozic dle layoutu. Jednotlivé police v regálech musí být přichystány přesně

na velikost materiálu, pro který byla daná pozice vybrána. Materiál bude poté do regálů naskladněn.

Během této doby bude všechen materiál nafocen a budou vytvořeny štítky pro vizualizaci materiálových položek. Na hotové a zaskladněné regály budou vytvořené štítky umístěny během čtvrtého pracovního dne realizace.



Obrázek 22: Ganttův diagram realizace výstavby (Vlastní zpracování)

Na obrázku číslo 22 jsou kromě časové náročnosti zapsány i mzdové náklady na každou operaci, a také počet pracovníků, kteří na konkrétní operaci pracují. Doba trvání je stanovena na 4 pracovní dny a mzdové náklady jsou vyčísleny na 15.000 Kč.

3.2. Tok materiálu na výrobní lince

Samotný regálový systém na výrobní lince by neměl potřebný efekt, pokud by ho museli zavážet sami operátoři z linky, protože by po spotřebování materiálu museli pro materiál opět do vzdáleného skladu. Během této doby by docházelo ke kratším a méně četným prodlevám, ale nebyl by využit plný potenciál předchozího řešení.

3.2.1. Personální zajištění

Jako jedno z možných řešení je vyčlenění pracovníka logistiky, který se bude zabývat pouze zavážením materiálu na výrobní linku BS Unit. Na tohoto pracovníka bude přesunuta odpovědnost za doplňování materiálu, za které si momentálně zodpovídá každý operátor sám.

Tím operátorům odpadne práce spojená se zajišťováním materiálu, která je dosud zaneprázdněovala při samotné výrobě, a přitom nepřinášela žádnou přidanou hodnotu. Zvýší se tak využití disponibilního časového fondu výroby. Na druhé straně se přenesou veškerá zodpovědnost za distribuci a organizování materiálu na jednoho člověka a docílí se toho, že materiál bude doplňován průběžně podle potřeby v optimálních dávkách a pro více pracovišť zároveň. Tím se celý materiálový tok zpřehlední a sdruží do méně dodávek. Operátoři si budou odebírat připravený výrobní materiál přímo z regálů.

V první fázi bude pracovník logistiky vytěžován celou pracovní dobu, než dojde k úplnému zapracování všech změn, poté bude zvažována možnost, že se pracovník logistiky bude věnovat zavážení materiálu na linku BS Unit jen část své pracovní doby a zbytek pracovní doby by se věnoval jiné činnosti v rámci logistiky firmy. Roční náklady na jednoho pracovníka logistiky jsou přibližně 360.000 Kč.

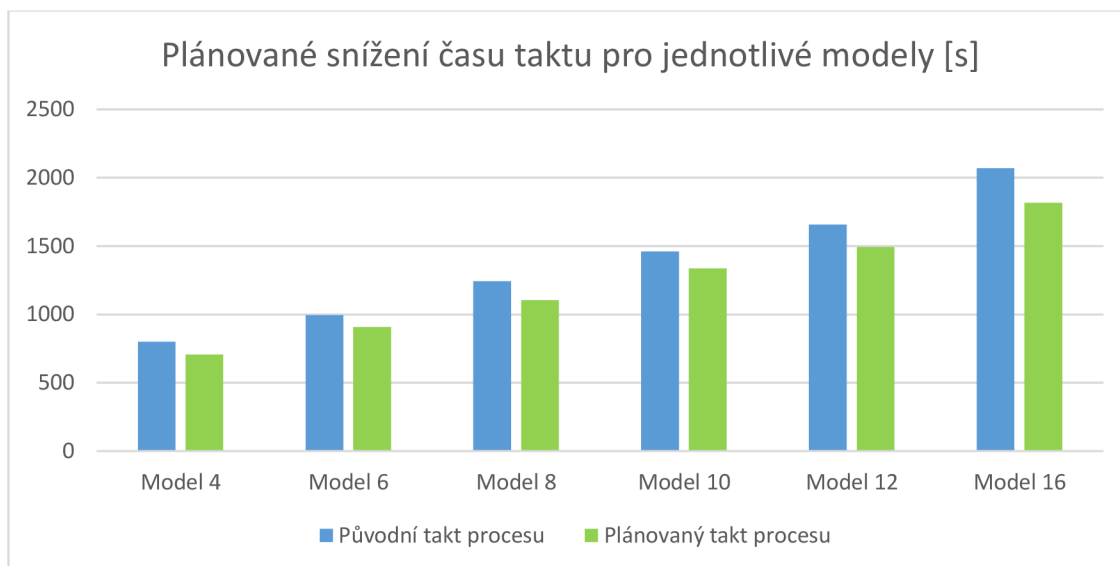
3.3. Zhodnocení návrhu

Jelikož struktura výroby jednotlivých modelů není rovnoměrná, tak bylo zapotřebí pro zhodnocení návrhu počítat s poměrnými částmi ve struktuře vyráběných modelů. Tento poměr vychází z předchozí výroby a výroby, která je plánovaná pro příští rok. Cílem toho je dosáhnout co možná nejtransparentnějšího a nejpřesnějšího odhadu dopadů návrhu na výrobní linku.

3.3.1. Předpokládané dopady na výrobu

Na začátku je potřeba se zaměřit na každý z návrhů samostatně. V případě výstavby regálového systému je odhadovaný dopad na snížení doby taktu na vyráběnou jednotku přibližně 4 %. Aby byla výrobní linka schopna vyprodukovat další výrobní jednotku, tak je zapotřebí tuto dobu snížit alespoň o 5 %.

V případě najmutí logistika, který obstará veškeré zavážení materiálu, se čas taktu sníží o potřebných 5 %. Nicméně v případě zavedení obou řešení dochází k jistému synergickému efektu, který v souhrnu zapříčiní snížení času taktu o 10 %, což způsobí, že výroba vyrobí o dvě jednotky za směnu navíc. To znamená, že namísto aktuálně vyráběných 20 jednotek, bude vyráběno 22 jednotek.



Graf 12: Plánovaný čas taktu (Vlastní zpracování)

Konkrétní změny v hodnotě času taktu pro jednotlivé modely lze nalézt v grafické podobě v grafu číslo 12 a v hodnotovém vyjádření v tabulce číslo 14.

Tabulka 14: Plánované časy taktu (Vlastní zpracování)

Porovnání časů taktů [s]						
	Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
Původní takt procesu	801	994	1242	1461	1656	2070
Plánovaný takt procesu	706	907	1105	1336	1494	1815

3.3.2. Předpokládané ekonomické zhodnocení návrhu

Pro ekonomické zhodnocení návrhu je zapotřebí nejprve vyčíslit náklady spojené s realizací návrhu a poté vyčíslit i přínosy z něho plynoucí. Proto, aby byl návrh realizovatelný ve společnosti Daikin Device Czech Republic s.r.o., tak musí být doba návratnosti vynaložených náklady na řešení maximálně 2 roky. V opačném případě není realizace návrhu možná.

Náklady na najmutí pracovníka logistiky jsou ve výši 360.000 Kč ročně. Nákup regálů včetně přepravy bude stát společnost 95.000 Kč. S tím jsou spojeny náklady na výstavbu, je potřeba počítat s prací lidí, kteří budou muset stávající prostor vyklidit, sestavit regály a materiál do nich naskladnit. V dalším kroku vytvořit štítky k materiálu

a umístit je na své pozice. Mzdové náklady byly vyčísleny na částku 15.000 Kč, v této částce jsou zahrnuty mzdy pracovníků údržby, kteří regály sestavili a umístili. Dále pak mzdy pracovníků, kteří regály zaskladňovali a v poslední řadě i mzdy pracovníka, který regály vizualizoval. Náklady na materiál využitý na tuto vizualizaci (štítky) jsou ve výši 500 Kč.

Tabulka 15: Vynaložené náklady (Vlastní zpracování)

<i>Položka</i>	<i>Náklady</i>
<i>Náklady na pracovníka</i>	360 000 Kč/rok
<i>Regály</i>	95 000 Kč
<i>Mzdové náklady na realizaci</i>	15 000 Kč
<i>Ostatní materiál</i>	500 Kč
<i>Celkové náklady za první rok</i>	470 500 Kč

Přínosy návrhu spočívají v navýšení výrobní kapacity výrobní linky BS Unit. V tomto případě se jedná o navýšení výroby o dvě výrobní jednotky. Tržby na jednu jednotku se pohybují okolo 35.000 Kč, a to znamená, že při dvou jednotkách jsou tržby přibližně 70.000 Kč na směnu. V pracovním měsíci, který je standardně dlouhý 21 pracovních dní, se jedná o navýšení tržeb o 1.470.000 Kč. Marže na výrobcích se pohybuje okolo 10 % před zdaněním.

Tabulka 16: Očekávaný ekonomický přínos (Vlastní zpracování)

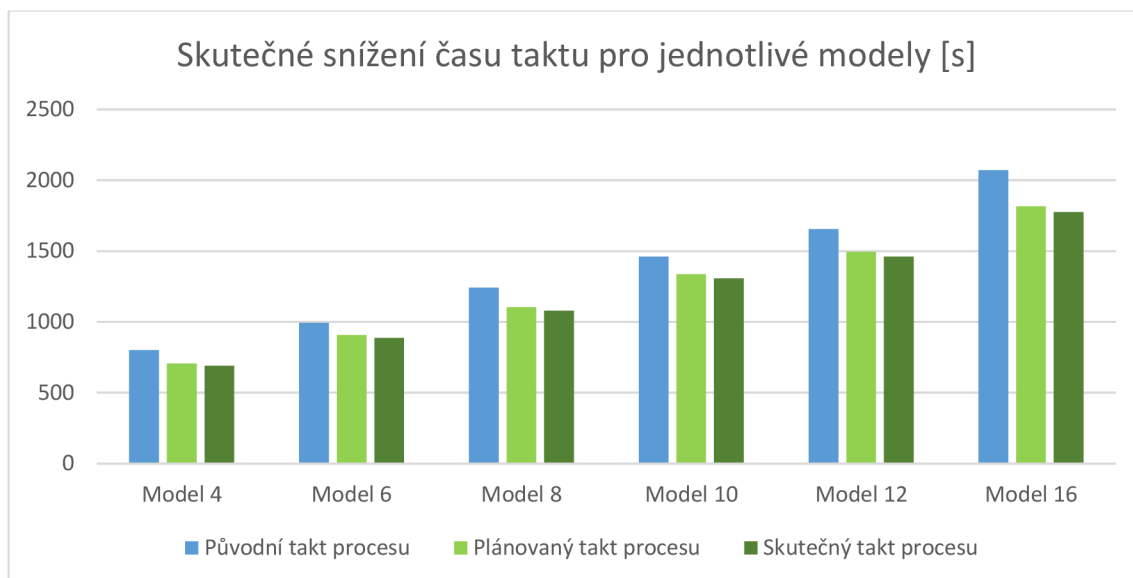
<i>Položka</i>	<i>Přínos</i>
<i>Navýšení tržeb</i>	70 000 Kč/směna
	1 470 000 Kč/měsíc
	17 640 000 Kč/ročně
<i>Profit z navýšení</i>	7 000 Kč/směna
	147 000 Kč/měsíc
	1 764 000 Kč/ročně

Při nezdaněném zisku z návrhu ve výši 1.764.000 Kč za rok a nákladech v prvním roce 470.500 Kč je doba návratnosti vynaložených nákladů přibližně 68 pracovních dní tj. 3,2 měsíce. V dalších letech budou náklady na přijatého logistika 360.000 Kč ročně a návrh začne být rentabilní již po uplynutí 52 pracovních dnů v daném roce.

Investice je vysoce rentabilní již ve svém prvním roce po realizaci a nároky společnosti na návratnost investic do výroby ve výši maximálně dvou let, nejsou pro tuto realizaci limitující.

3.3.3. Skutečné dopady na výrobu

Po zavedení návrhu do výroby bylo provedeno opětovné měření, které ukázalo, že je úspora větší, než se původně předpokládalo. Čas taktu se nesnížil o předpokládaných 10 %, ale o 12 %. Po prozkoumání příčin bylo zjištěno, že hlavní příčinou tohoto snížení bylo ustálení vysoké fluktuace operátorů na výrobní lince, což samo o sobě zvýšilo produktivitu o zmíněné 2 %.



Graf 13: Skutečné časy taktu po realizaci návrhu (Vlastní zpracování)

Změny času taktu pro jednotlivé modely lze nalézt v grafu číslo 13 nebo v tabulce číslo 17.

Tabulka 17: Skutečné časy taktu po realizaci návrhu (Vlastní zpracování)

Porovnání časů taktů [s]						
	Model 4	Model 6	Model 8	Model 10	Model 12	Model 16
Původní takt procesu	801	994	1242	1461	1656	2070
Plánovaný takt procesu	706	907	1105	1336	1494	1815
Skutečný takt procesu	690	887	1080	1307	1461	1774

3.3.4. Skutečné ekonomické zhodnocení

V tomto případě platí stejná kalkulace, jaká byla provedena v kapitole předpokládané ekonomické zhodnocení návrhu (3.3.2.). Je tomu tak bez ohledu na výraznější snížení taktu, než se očekávalo. Dodatečné dvě procenta snížení totiž nestačí na to, aby výroba zvládla vyrobit další výrobní jednotku, takže nedojde ani k dalšímu zhodnocení. Nicméně je to dobrý příslib do budoucnosti pro realizování dalších zlepšení.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce byla vypracována ve spolupráci se společností Daikin Device Czech Republic, s.r.o. s cílem navrhnout zlepšení výrobního procesu na výrobní lince BS Unit, a to za použití nástrojů a metod průmyslového inženýrství.

Nejprve byla zpracována teoretická část diplomové práce, ve které jsou popsány jednotlivé definice důležitých pojmů a vysvětleny možné přístupy a techniky k použití jednotlivých nástrojů průmyslového inženýrství. V analytické části práce byl nejprve detailně popsán proces výroby, který na výrobní lince BS Unit probíhá. Na jeho základě byla provedena procesní analýza, která odhalila nedostatky v podobě prostojů vznikajících během opatřování chybějícího materiálu.

Pro přesnější identifikaci příčin vzniku prostojů byla procesní analýza doplněna o spaghetti diagram, který odhalil jednu z příčin prostojů, a to chaotický pohyb operátorů v nepřehledném a neorganizovaném meziskladu na výrobní lince, respektive chůzi do vzdáleného skladu s výrobním materiálem. Nedostatky byly způsobeny nedostatečnou kapacitou a neorganizovaností meziskladu na výrobní lince.

Pro odstranění těchto nedostatků byly navrženy dvě řešení, které společně vytváří synergický efekt. Prvním bylo vytvoření regálového systému na výrobní lince, který navýší kapacitu meziskladu, a také napomůže k zorganizování materiálu v něm. V druhém kroku bylo navrženo přijetí pracovníka logistiky, který se stará o doplňování výrobního materiálu na výrobní lince a operátoři se tak mohou naplno věnovat výrobě samotného produktu.

Navržené řešení byly ve společnosti zavedeny a ověřeny v plném provozu. Vyhodnocení realizovaných řešení ukázalo, že předpokládané dopady na výrobní linku nebyly jen naplněny, ale dokonce i překonány, když došlo z pohledu času taktu ke zlepšení o dvanáct procent namísto předpokládaných deseti procent. Díky vysoké rentabilitě návrhu se vložené náklady společnosti vrátí během 3 až 4 měsíců výroby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ. *Podniková ekonomika*. Praha: Grada, 2012. str. 423. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4372-1.
- 2) LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. str. 390. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.
- 3) IPASLOVAKIA. 2012. *Ipaslovakia.sk* [online]. [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/stihly-podnik>
- 4) KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. str. 238. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- 5) TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. str.368. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.
- 6) GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a Roman HORÁK. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. Brno: Computer Press, 2008. str. 226. ISBN 978-80-251-1987-7.
- 7) SYNEXT. 2008. www.synext.cz [online]. [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://www.synext.cz/princip-neustaleho-zlepsovani-zakladni-filosofie-iso-9001.html>
- 8) ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007. str. 281. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2252-8.
- 9) SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. str. 232. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- 10) MAŠÍN, Ivan. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. str. 311. ISBN 80-902235-6-7.
- 11) PAVELKA, M. 2009. Časové studie - nástroj průmyslového inženýrství. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi>.
- 12) AKADEMIE PRODUKTIVITY INOVACÍ. 2005 – 2012. Průmyslové inženýrství: Mapování procesů / Procesní analýza. *API - Akademie produktivity a*

- inovací* [online]. [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68260.mapovani-procesu-procesni-analyza>.
- 13) ISIXSIGMA. 2013. Isixsigma.com [online]. [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <https://www.isixsigma.com/dictionary/spaghetti-diagram/>
 - 14) BARTOŠEK, Vladimír, Josef ŠUNKA a Matúš VARJAN. *Logistické řízení podniku v 21. století*. Brno: CERM, 2014. ISBN 978-80-7204-824-3.
 - 15) BAUER, Miroslav. *Kaizen: Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012 str. 193. ISBN 978-80-265-0029-2
 - 16) FREHR, Hans Ulrich. *Total quality management: zlepšení kvality podnikání: příručka vedoucích sil*. 1. vyd. Brno: Unis, 1995. str. 258. ISBN 34-461-7135-5.
 - 17) KANJI, Gopal K. a Mike. ASHER. *100 methods for total quality management*. Thousand Oaks, Calif.: Sage, 1996. str. 237. ISBN 0803977476.
 - 18) KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.
 - 19) IMAI, M. *KAIZEN: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0461-3.
 - 20) *SVĚT PRODUKTIVITY*. 2012. [Svetproduktivity.cz](http://www.svetproduktivity.cz) [online]. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>
 - 21) RASTOGI, M. *Production and operation management*. Bangalore: University science press. 2010. str. 168. ISBN 978-93-80386-81-2.
 - 22) TESAŘ, M. *Návrh uspořádání pracovišť ve společnosti Alu - color spol. s r.o.*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2014. 59 s.
 - 23) FABRIZIO, Tom. a Don. TAPPING. *5S for the office: organizing the workplace to eliminate waste*. New York: Productivity Press, c2006. str. 168. ISBN 9781563273186.
 - 24) MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI. 2016. Úplný výpis obchodního rejstříku. Justice.cz [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=611048&typ=UPLNY>.
 - 25) DAIKIN. 2016. [Daikinbrno.cz](http://www.daikinbrno.cz) [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.daikinbrno.cz/index.php?page=o-nas>

- 26) GOOGLE. 2017. *Maps.google.com* [online]. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Daikin+Device+Czech+Republic+s.r.o./@49.1723053,16.6469324,14.25z/data=!4m5!3m4!1s0x4712ead46427346b:0x251a0a0fe4faa81!8m2!3d49.1726267!4d16.6673091?hl=cs>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Štíhlá výroba (Ipaslovakia, 2012)	14
Obrázek 2: Prvky štíhlé výroby (Ipaslovakia, 2012)	15
Obrázek 3: Proces (Vlastní zpracování)	17
Obrázek 4: Možný výstup tvorby diagramu (Tesař, 2013).....	23
Obrázek 5: Princip Single Minute Exchange of Die (Svetproduktivity, 2012).....	27
Obrázek 6: Deminguv cyklus (Imai,2004)	30
Obrázek 7: Logo společnosti (Daikin, 2016).....	31
Obrázek 8: Hierarchie v rámci Daikin Europe Group (Ministerstvo spravedlnosti, 2016)	31
Obrázek 9: Organizační struktura společnosti Daikin Device Czech Republic s.r.o. (Daikin, 2016).....	33
Obrázek 10: Layout výrobní linky BS Unit (Vlastní zpracování).....	37
Obrázek 11: Kaplery nasazené na zapájené sestavě (Vlastní fotografie dle Daikin, 2016)	40
Obrázek 12: Jednotka připojená k running testu (Vlastní fotografie dle Daikin, 2016).	42
Obrázek 13: Průběh operací na pracovišti vacuuming (Vlastní zpracování).....	52
Obrázek 14: Spaghetti diagram linky BS Unit (Vlastní zpracování).....	60
Obrázek 15: Spaghetti diagram mimo linku BS Unit (Vlastní zpracování)	61
Obrázek 16: Diagram materiálových toků (Vlastní zpracování).....	62
Obrázek 17: Návrh rozložení výrobní linky (Vlastní zpracování)	65
Obrázek 18: Diagram materiálových toků po zavedení návrhu (Vlastní zpracování)....	66
Obrázek 19: Barevné rozdělení modelů (Vlastní zpracování).....	66
Obrázek 20: Štítek pro jednu variantu modelu (Vlastní zpracování)	67
Obrázek 21: Štítek pro dvě varanty modelů (Vlastní zpracování).....	67
Obrázek 22: Ganttův diagram realizace výstavby (Vlastní zpracování)	68

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Celková časová náročnost refrigerant pipe assy (Vlastní zpracování).....	45
Graf 2: Celková časová náročnost liquid pipe assy (Vlastní zpracování)	46
Graf 3: Celková časová náročnost plate finned header assy (Vlastní zpracování).....	48
Graf 4: Celková časová náročnost brazing final assy (Vlastní zpracování)	50
Graf 5: Celková časová náročnost He test (Vlastní zpracování)	51
Graf 6: Celková časová náročnost vacuuming (Vlastní zpracování).....	53
Graf 7: Celková časová náročnost casing (Vlastní zpracování)	54
Graf 8: Celková časová náročnost wiring (Vlastní zpracování)	56
Graf 9: Celková časová náročnost running test (Vlastní zpracování)	57
Graf 10: Celková časová náročnost packing (Vlastní zpracování).....	59
Graf 11: Čas taktu jednotlivých modelů (Vlastní zpracování)	59
Graf 12: Plánovaný čas taktu (Vlastní zpracování)	70
Graf 13: Skutečné časy taktu po realizaci návrhu (Vlastní zpracování).....	73

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Standardní symboly pro procesní analýzu (API, 2012).....	22
Tabulka 2: Vícejazyčný význam "5S" (Fabrizio a Tapping, 2006).....	24
Tabulka 3: Rozlišení typu činností (Vlastní zpracování).....	43
Tabulka 4: Procesní analýza refrigerant pipe assy (Vlastní zpracování).....	44
Tabulka 5: Procesní analýza liquid pipe assy (Vlastní zpracování).....	45
Tabulka 6: Procesní analýza plate finned coil header assy (Vlastní zpracování).....	47
Tabulka 7: Procesní analýza brazing final assy (Vlastní zpracování).....	49
Tabulka 8: Procesní analýza He test (Vlastní zpracování).....	50
Tabulka 9: Procesní analýza vacuuming (Vlastní zpracování).....	52
Tabulka 10: Procesní analýza casing (Vlastní zpracování).....	54
Tabulka 11: Procesní analýza wiring (Vlastní zpracování).....	55
Tabulka 12: Procesní analýza running test (Vlastní zpracování).....	57
Tabulka 13: Procesní analýza packing (Vlastní zpracování).....	58
Tabulka 14: Plánované časy taktu (Vlastní zpracování).....	70
Tabulka 15: Vynaložené náklady (Vlastní zpracování).....	71
Tabulka 16: Očekávaný ekonomický přínos (Vlastní zpracování).....	72
Tabulka 17: Skutečné časy taktu po realizaci návrhu (Vlastní zpracování).....	73

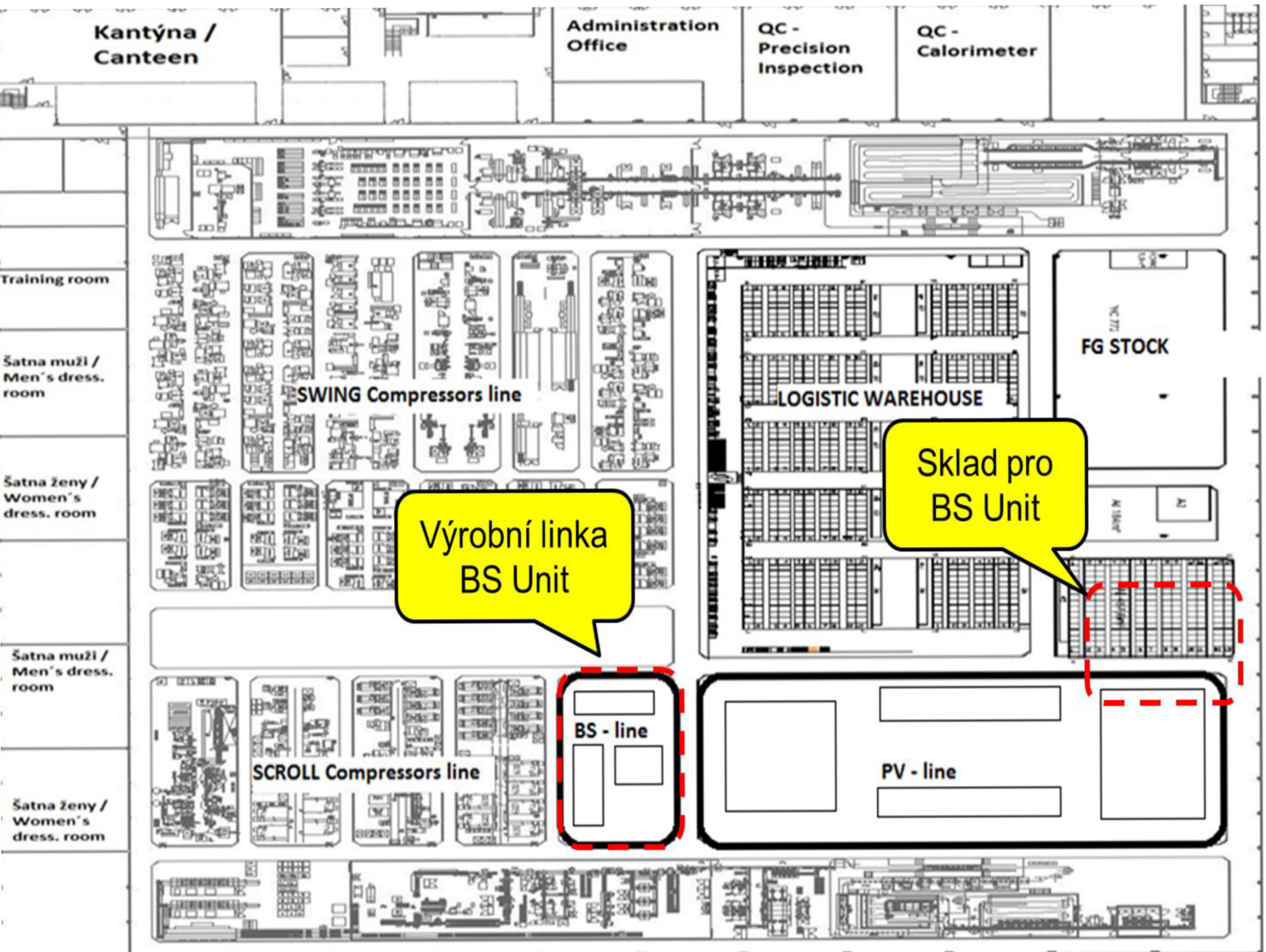
PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Umístění skladu výrobní linky BS Unit v hale DDC1

Příloha č. 2: Mezisklad výrobního materiálu na výrobní lince BS Unit

Příloha č. 3: Současný layout výrobní linky BS Unit

Příloha č. 4: Návrh layoutu výrobní linky BS Unit



Příloha č. 1: Umístění skladu výrobní linky BS Unit v hale DDC1

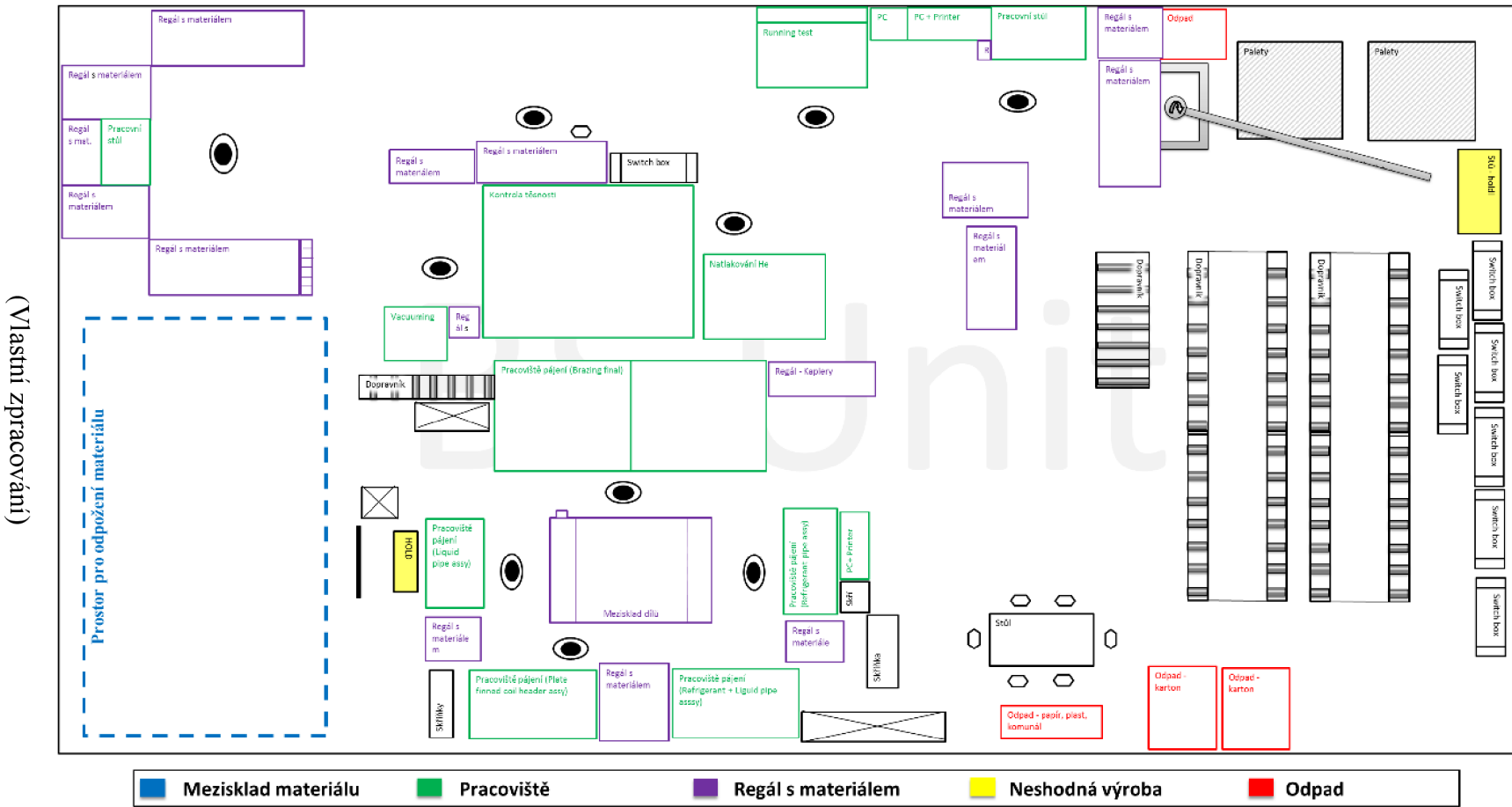
(Dalkin, 2016)

Příloha č. 2: Mezisklad výrobního materiálu na výrobní lince BS Unit

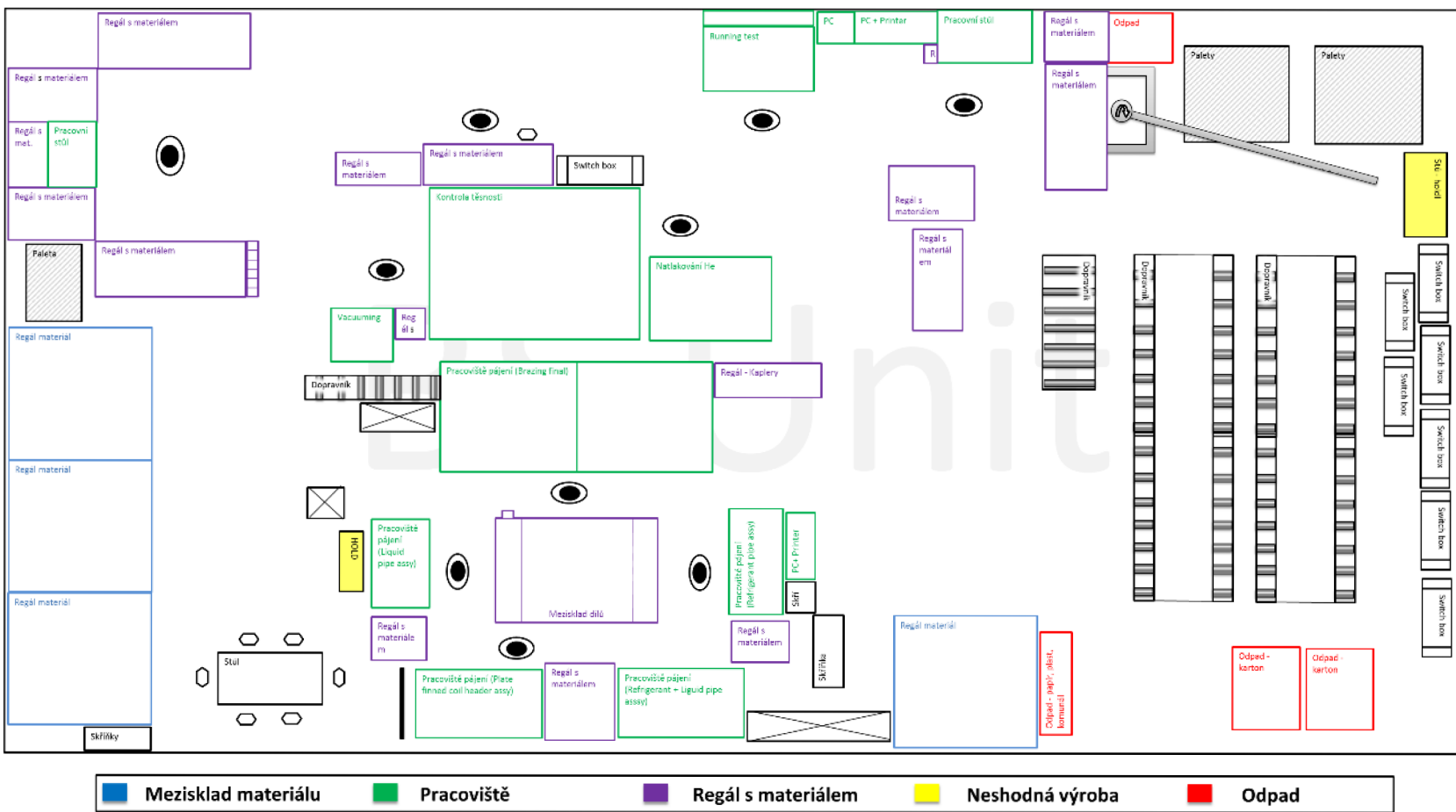


(Vlastní fotografie dle Daikin, 2016)

Příloha č. 3: Současný layout výrobní linky BS Unit



Příloha č. 4: Návrh layoutu výrobní linky BS Unit



(Vlastní zpracování)