

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Optimalizace toku materiálu v elektrotechnické výrobě

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

Jméno a příjmení: **Bc. Karel MALINA**
Osobní číslo: **E14N0023P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Optimalizace toku materiálu v elektrotechnické výrobě**
Zadávající katedra: **Katedra technologií a měření**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

S použitím odborné literatury vypracujte:

1. Přehled současného stavu k zadanému tématu.
2. Přehled vhodných metod a nástrojů s uvedením jejich srovnání.
3. Případovou studii, jejímž cílem bude analýza materiálového toku konkrétního podniku s elektrotechnickou výrobou a návrh na jeho zlepšení.
4. Doporučení pro praxi.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah kvalifikační práce: **40 - 60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jiří Tupa, Ph.D.**
Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **16. května 2016**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2015

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na řešení optimalizace toku materiálu v elektrotechnické výrobě. Práce je rozdělena do 4 hlavních částí. V první části je teoreticky vysvětlen tok materiálu. Ve druhé části jsou teoreticky vysvětleny metody a nástroje a jsou rozděleny do 2 skupin a to na metody pro určení velikosti toku materiálu a na metody pro správu a řízení toku materiálu. Ve třetí části je případová studie, která popisuje konkrétní problém, postup řešení a následné zhodnocení. V poslední části je souhrnné zhodnocení celé práce.

Klíčová slova

Tok materiálu, optimalizace, Sankeyův diagram, kanban, kaizen, lean-lift, SAP

Abstract

The main task of this diploma thesis is optimization of material flow in electrical engineering manufacturing. The work is divided into four main parts. The first part describes material flow. The second part describes methods and this part is divided into two parts and describes methods for determining the size of the material flow and methods for managing and controlling the material flow. The third part is a case study that describes the specific problem, solving process and resulting evaluation. In the last part is summary evaluation.

Key words

Material flow, optimization, sankey diagram, kanban, kaizen, lean-lift, SAP

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 11.5.2016

Bc. Karel Malina

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Tupovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych rád poděkoval pracovníkům společnosti Murr CZ s. r. o. za pomoc a poskytnutí všech potřebných informací a dat.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 TOK MATERIÁLU	11
2 METODY A NÁSTROJE	14
2.1 METODY PRO URČENÍ VELIKOSTI TOKU MATERIÁLU.....	14
2.1.1 Sankeyův diagram.....	14
2.1.2 Šachovnicová tabulka.....	15
2.1.3 Trojúhelníková metoda.....	16
2.1.4 CRAFT metoda.....	17
2.1.5 Metoda těžiště.....	18
2.1.6 Kruhová metoda.....	20
2.1.7 Souřadnicová metoda.....	21
2.1.8 Srovnání metod pro určení velikosti toku materiálu.....	22
2.2 METODY PRO SPRÁVU A ŘÍZENÍ TOKU MATERIÁLU.....	23
2.2.1 Bod rozpojení.....	23
2.2.2 Optimized Production Technology (OPT).....	24
2.2.3 Systém tlačný a tažný.....	25
2.2.4 Kanban.....	26
2.2.5 Just in Time.....	27
2.2.6 Hub & Spoke.....	28
2.2.7 Quick Response.....	29
2.2.8 Efficient Consumer Response.....	29
3 PŘÍPADOVÁ STUDIE	30
3.1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	30
3.1.1 Historicky významné body společnosti Murrelektronik.....	31
3.1.2 Obecné informace o výrobním závodě ve Stodě.....	31
3.1.3 Produkty společnosti Murrelektronik.....	34
3.1.4 Metody používané ve výrobním závodě ve Stodě.....	35
3.2 IDENTIFIKACE PROBLÉMŮ.....	37
3.3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	37
3.3.1 Metodika analýzy současného stavu.....	38
3.3.2 Tok materiálu mezi dodavateli, Stodem a zákazníky.....	39
3.3.3 Tok materiálu ve výrobním závodě ve Stodě.....	41
3.3.4 Tok materiálu ve výrobní jednotce 1 (Unit 1).....	44
3.3.5 Tok materiálu ve výrobní jednotce 2 (Unit 2).....	46
3.4 NÁVRH ŘEŠENÍ BUDOUCÍHO STAVU.....	49
3.4.1 Metodika řešení.....	50
3.4.2 Vlastní návrh.....	50
3.5 ZHODNOCENÍ – DOPORUČENÍ PRO PRAXI.....	55
ZÁVĚR	58
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	60
PŘÍLOHY	1

Seznam symbolů a zkratk

5S	5 základních pravidel pro štíhlou výrobu (rozděl – setříd – uspořádej – zdokumentuj – dodržuj)
AC/DC	převod střídavého proudu na stejnosměrný
AD/DA	převodníky signálu – analogový na digitální/digitální na analogový
SCM	(Supply Chain Management) – řízení dodavatelského řetězce
CIP	(Continual Improvement Process) – postupné zlepšování produktů, služeb, procesů
CRAFT	(Computerized Relative Allocation of Facilities Technique) – matematická metoda pro sestavení vzájemné polohy pracovišť
DC	(Direct Current) – stejnosměrný elektrický proud
EMC	(Electromagnetic Compatibility) – elektromagneticky kompatibilní zařízení
GmbH	(německy Gesellschaft mit beschränkter Haftung) – společnost s ručením omezeným
H1	hala 1
H2	hala 2
H3	hala 3
H4	hala 4
H5	hala 5
H6	hala 6
HR	(Human Resources) – lidské zdroje
IE	(Industry Engineering) – průmyslové inženýrství
I/O	(Input/Output) – vstupy/výstup zařízení
JIT	(Just in Time) – metoda „právě včas“
Lo	(německy Lagerort) – sklad
OPT	(Optimized Production Technology) – optimální výrobní technologie
QMD	(Quality Management Department) – oddělení řízení kvality
SAP	(Systems – Applications – Products in data processing) – software pro řízení podniku
SMD	(Surface Mount Device) – součástky určené pro povrchovou montáž
SMED	(Single Minute Exchange of Die) – metoda pro snižování prostojů při změně pracoviště
TPM	(Total Productive Maintenance) – metoda pro údržbu zařízení (strojů)

Úvod

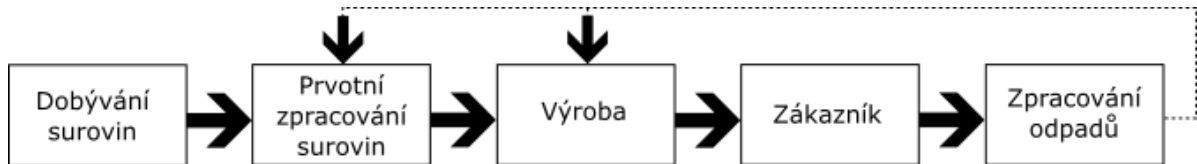
V dnešní době společnosti kladou důraz na kvalitu a rychlost výroby. Rychlost výroby ovlivňuje především tok materiálu. Optimalizací tohoto toku materiálu se docílí zrychlení výroby. Správným pohybem materiálu se minimalizuje riziko na poškození materiálu a tím i snížení kvality produktu. Tok materiálu je organizovaný pohyb materiálu ve výrobě. Jedná se o co nejefektivnější pohyb materiálu a nakládání s ním ve výrobě. Optimalizace toku minimalizuje ztráty materiálu způsobené poškozením při nesprávném pohybu ve výrobě, eliminuje ztráty nadbytečným pořizováním materiálu a celkově zlepšuje efektivitu výroby. Touto optimalizací se docílí snížení nákladů na výrobu nebo zrychlení výroby za stejné náklady či ideálně kombinaci obou. Následně ušetřené finance se mohou dále investovat do rozvoje společnosti či je přerozdělit jako zisk.

Cílem této práce bylo optimalizovat tok materiálu v dané elektrotechnické výrobě (Murr CZ s. r. o.) za pomoci metod a nástrojů vypsanych v teoretické části práce. V první části je teoretický souhrn, vysvětlení pojmu „tok materiálu“, metody pro určení jeho velikosti, pohybu a metody pro řízení a správu tohoto toku.

V praktické části práce je případová studie, ve které jsem se zabýval analýzou současného toku materiálu v elektrotechnické výrobě, vlastním návrhem předpokládaného toku materiálu v roce 2020 a analýzou systému, který navrhla společnost.

1 Tok materiálu

Tok materiálu je jedním z hlavních toků v logistice (dále jsou to toky informační, energií, obalové a toky odpadů). Tok materiálu je ovšem základní, jelikož prostřednictvím tohoto toku lze uspokojit potřeby spotřebitelů (zákazníků). [1]



Obr. 1: Tok materiálu [1]

Tok materiálu se vyjadřuje v různých veličinách (kilogramech, tunách, litrech, metrech kubických, počtu kusů). Pro snazší znázornění o směru a velikosti toku se využívá grafických diagramů (např. Sankeyův diagram na Obr. 3). Jedná se o organizovaný pohyb materiálu ve výrobním procesu. Jde o pohyb materiálu (prvotních surovin, polotovarů, hotových výrobků a odpadu) po trase výrobního procesu od dodavatelů nebo skladu až k zákazníkovi. Cílem optimalizace tohoto toku je, aby byl materiál k dispozici v požadovaném čase, na daném místě, v potřebném množství a v požadované kvalitě a tím tak zefektivnil výrobu. [1][2]

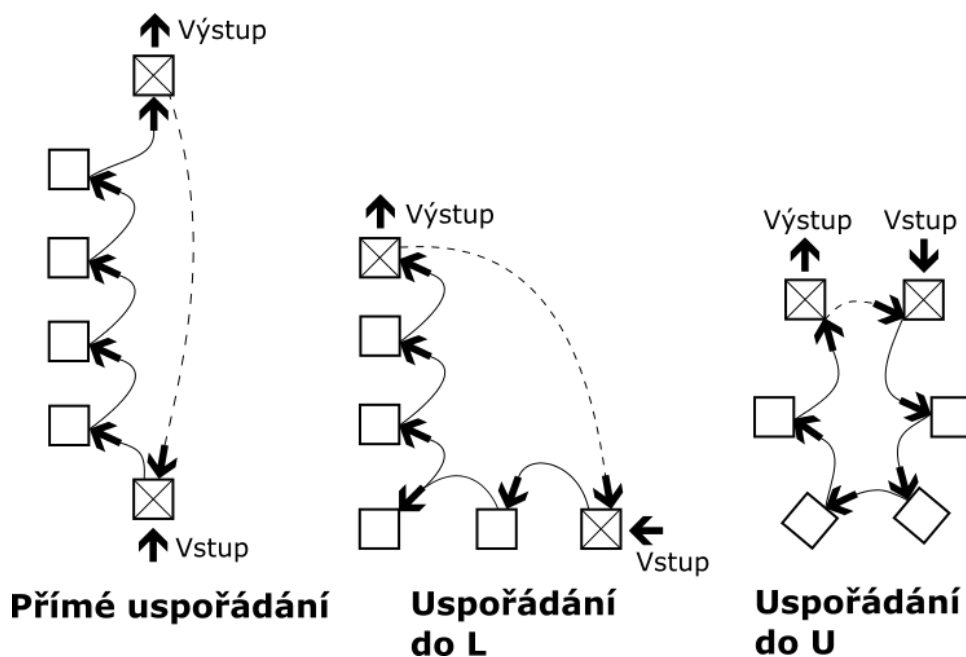
Tok je vyjádřený [2]:

- **směrem** – odkud a kam se pohybuje materiál,
- **intenzitou** – přepravené množství za jednotku času,
- **délkou** – vzdálenost z výchozího do koncového místa, kterou materiál musí absolvovat,
- **výkonem** – součin intenzity a délky toku materiálu,
- **frekvencí** – počet přeprav materiálu za jednotku času,
- **strukturou**,
- **vlastnostmi přepravovaného materiálu**,
- **dopravní a manipulační technikou**.

Při organizaci toku materiálu se využívá dvou prvků [1][2]:

- **aktivní** – jsou to takové prvky, které ovlivňují svým působením pasivní prvky (dopravní prostředky a manipulační zařízení),
- **pasivní** – prvky, které jsou naopak ovlivňovány působením aktivních prvků (suroviny, materiál, polotovary či výrobky).

Rozbor toku materiálu se provádí především tam, kde náklady na dopravu a manipulaci s materiálem jsou větší, než náklady na výrobu, skladování a kontrolu. Zkoumá se pak nejefektivnější sled pohybu daného materiálu nutnými částmi výrobního procesu. U návrhu nových uspořádání se používají 3 hlavní druhy toku materiálu a to přímý, ve tvaru písmene L, ve tvaru písmene U a jejich kombinace. [1][2][3]



Obr. 2: Vztahy mezi uspořádáním pracovišť a pohybem pracovníka [3]

Při optimalizaci toku materiálu je nutné znát vlastnosti daného materiálu a to stav, tvar, množství a podmínky, za kterých můžeme s materiálem manipulovat. Dále je třeba znát pohyb materiálu, činnosti ovlivňující pohyb materiálu a časy trvání jednotlivých operací, kterými materiál prochází. Tyto informace se zaznamenávají a zpracovávají. Výsledkem by měla být analýza efektivity pohybu materiálu jednotlivými etapami výrobního procesu. [2]

Zásady optimální organizace toku materiálu [2]:

- *minimalizace přepravních výkonů, minimalizace přepravních nákladů – manipulační a přepravní operace nepřidávají výrobku hodnotu,*
- *minimalizace ploch – umístění pracovišť, způsob řízení výroby,*
- *jednoduchý materiálový tok – přehledný, bez zbytečného křížení,*
- *minimalizace zásob,*
- *napojení na externí logistický řetězec,*
- *pružnost a možnost změn v budoucnosti.*

2 Metody a nástroje

Pro optimalizaci toku materiálu jsou níže vypsány metody a technologie, které jsem rozdělil na metody pro určení velikosti toku materiálu a na metody, které se zabývají správou a řízením těchto toků.

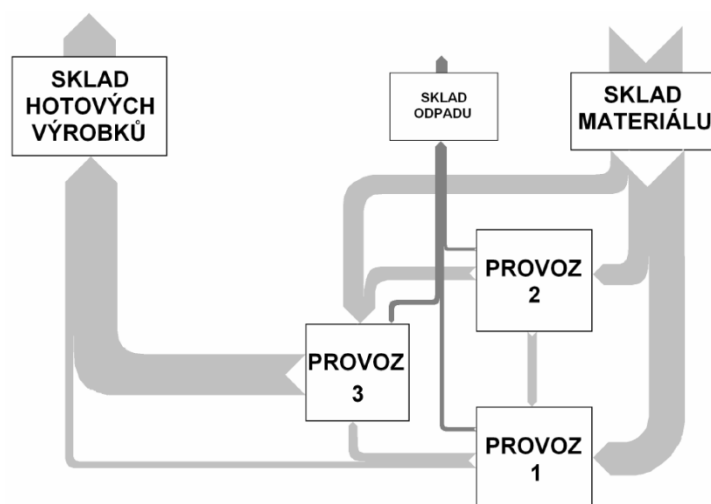
2.1 Metody pro určení velikosti toku materiálu

K souhrnům a následné analýze či dalšímu využití dat o toku materiálu se využívají následující grafické či záznamové metody.

2.1.1 Sankeyův diagram

Záznamová metoda, která na půdorysném plánu objektu graficky znázorňuje tok materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Jako zdroj dat se využívá šachovnicová tabulka (viz kapitola 2.1.3). Tato metoda neřeší umístění pracovišť, ale pouze zobrazuje tok materiálu mezi pracovišti. [4]

Jde o úbytek materiálu z polotovarů při technologických operacích na jednotlivých pracovištích, které jsou potřebné pro výrobu dané součásti. Tento tok materiálu je vyznačen pomocí plných šipek, kde šířka šipky udává velikost toku, délka vzdálenost pracovišť a směr (vstup/výstup). Toky materiálu, které jdou po stejné dopravní cestě, jsou zakresleny vedle sebe bez mezer a oddělují se např. tmavou čarou, jiným barevným vyplněním či šrafováním. [5]



Obr. 3: Sankeyův diagram (převzato z [4])

Sankeyův diagram se aplikuje pro úsporu materiálu či látek a také pro optimalizace a lepší využitelnost výrobních strojů. Využívá se v automatizovaných, poloautomatizovaných výrobních procesech a také v menších výrobních podnicích nebo skladech. [4]

2.1.2 Šachovnicová tabulka

Rozmíst'ovací metoda, která za pomoci jednoduché tabulky zobrazuje tok materiálu mezi jednotlivými pracovišti za určité časové období. Tok materiálu je udán zpravidla v hmotných jednotkách, ale tabulku je možné rozšířit i o další informace jako četnost přepravy, velikosti balení materiálu, použití speciální techniky, apod. Data získaná z této tabulky se používají pro analýzy, optimalizace nebo jej můžeme použít pro určení výhodnějšího prostorového rozmístění na základě četnosti spolupráce mezi jednotlivými pracovišti. Jednotky v tabulce jsou pro ilustraci kilogramy za den. [5]

Tab. 1: Šachovnicová tabulka dat pro Sankeyův diagram [5]

		Výstup							Celkem
		Odsun z podniku	Sklad materiálu	Provoz 1	Provoz 2	Provoz 3	Sklad hotových výrobků	Sklad odpadu	
Vstup	Přísun do podniku		8000						8000

	Sklad materiálu			3500	3000	1500			8000
	Provoz 1					1700	1500	300	3500
	Provoz 2			1200		1500		300	3000
	Provoz 3						4000	700	4700
	Sklad hotových výrobků	5500							5500
	Sklad odpadu	1300							1300
	Celkem	6800	8000	4700	3000	4700	5500	1300	34000

2.1.3 Trojúhelníková metoda

Tato metoda slouží k prostorovému rozmístění pracovišť. Jako zdroj dat se zde využívá šachovnicová tabulka. Vyhodnocují se zde pracoviště, mezi kterými jsou největší toky materiálu. [5]

Tab. 2: Šachovnicová tabulka pro trojúhelníkovou metodu (převzato z [5])

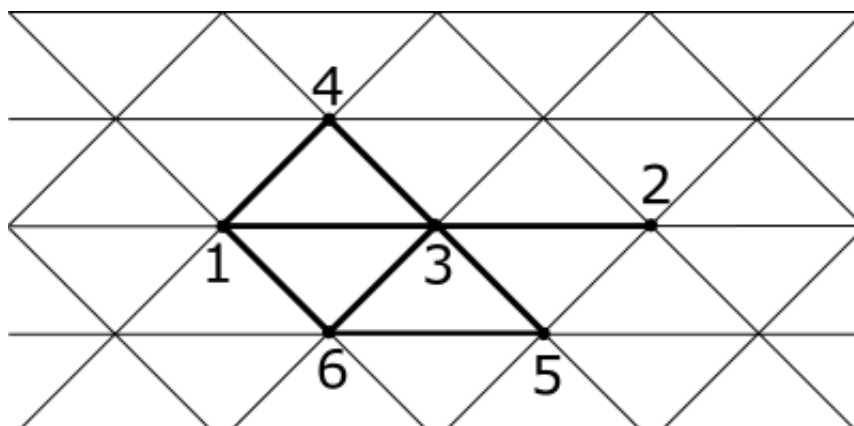
Pracoviště	1	2	3	4	5	6
1			3000	2500	100	350
2			1000			
3		500		1000	1000	1500
4			100		500	500
5						100
6		200			150	

Na základě Tab. 2 se vytvoří druhá tabulka, ve které se vyznačí pořadí od nejvyšších toků materiálu až po ty nejmenší. [5]

Tab. 3: Tabulka pro pořadí hmotných vazeb (převzato z [5])

Pracoviště	1	2	3	4	5	6
1			1	2	9	6
2			4			
3		5		4	4	3
4			9		5	5
5						9
6		7			8	

Jako první dva body se určí pracoviště, mezi kterými jsou největší toky materiálu a ty se určí jako hlavní dva body, tyto pracoviště tvoří jednu stranu rovnoramenného trojúhelníku. Jako vrchol trojúhelníku se vybere pracoviště, které má nejvíce vazeb či největší tok materiálu s původními dvěma pracovišti, která tvoří protilehlou stranu trojúhelníku. Tímto nám vznikne jeden rovnoramenný trojúhelník, který tvoří centrum pracoviště. Dále se vybere další strana trojúhelníku, která bude tvořit základnu pro další trojúhelník. Vrchol trojúhelníku bude pracoviště, které má nejvíce vazeb či největší tok materiálu s oběma body základny. Takto se pokračuje, dokud nerozmístíme všechna pracoviště. Při tomto postupu nás mohou omezovat velikosti objektu, proto nemusí být možné jej vždy ideálně sestavit, a tak se aspoň snažíme k ideálu přiblížit. [4]



Obr. 4: Rozmístění pracovišť trojúhelníkové metody [5]

2.1.4 CRAFT metoda

Computerized Relative Allocation of Facilities Technique, dále jen CRAFT, je metoda zabývající se prostorovým uspořádáním. Cílem této metody je stanovit takové rozmístění (dílů či provozů), aby se minimalizovaly celkové náklady na manipulaci s materiálem a zkrátily časy výroby. Pro využití této metody by se mělo jednat o podnik se sériovou či

hromadnou výrobou s pravidelnými toky materiálu. Dále je nutné, aby bylo možné manipulovat s jednotlivými pracovišti, avšak metoda bere v úvahu i to, že některá pracoviště mohou mít neměnnou polohu. [4][5]

Z výchozího rozmístění pracovišť se určí materiálové toky mezi jednotlivými pracovišti. Dále je potřeba znát náklady vynaložené na manipulaci s materiálem na jednotkovou vzdálenost (využívá se Sankeyův diagram). Výrobky musí podle technologického postupu projít určitým pořadím pracovišť. Problém je poté popsán matematicky funkcí pro minimalizaci funkce (1). Výpočty se provádějí na počítači, vzhledem ke složitosti funkce. Tato metoda je výhodná, pouze pokud úspory získané zlepšeným rozmístěním jsou větší než náklady na rozmístění pracovišť. Pracoviště jsou vyměňována tak dlouho, dokud se nenalezne řešení, které již nelze zlepšit. [4]

$$N = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \times l_{ij} \quad (1)$$

Kde:

- n – počet pracovišť i a j ,
- c_{ij} – náklad na manipulaci mezi pracovišti i a j na jednotkovou vzdálenost,
- l_{ij} – vzdálenost mezi pracovišti i a j v jednotkách, pro které je stanoven náklad na manipulaci.

2.1.5 Metoda těžiště

Metoda, která se zabývá rozmístěním strojů ve výrobě či dílně. Jak mají jít stroje za sebou se určí z výpočtu momentů. Moment vyjadřuje velikost toku materiálu, který směřuje k danému stroji či pracovišti. Velikost toku materiálu je dán součinem hmotnosti přepravovaného materiálu a vzdálenosti. Tyto údaje se zapíší do tabulky, kde do řádků zapíšeme jednotlivé stroje a do sloupců výrobní operace. Poté se do tabulky zapíše celková hmotnost zpracovávaných součástí (materiálů) za určitou dobu (rok, měsíc, den, hodina) a označení součástí. Z těchto dat se následně zjistí nejvhodnější umístění každého stroje za pomoci následujícího vzorce pro výpočet momentu (2). [6]

$$M_{l(p)} = (Q_1 * a_1) + (Q_2 * a_2) + \dots + (Q_n * a_n) \quad (2)$$

Kde:

- Q_1, Q_2, Q_n – hmotnost součástí (např. v tunách),
- a_1, a_2, a_n – ramena momentů vyjádřené hodnotami 1, 2, n, podle vzdálenosti dané operace od místa stroje.

Levotočivý moment a pravotočivý moment znamená, že u pracoviště počítáme s příchozím i odchozím tokem materiálu. Pro každý stroj se vypočítá moment každého obsazeného sloupce. Výsledné řešení rozmístění je pak takové, u které jsou absolutní hodnoty momentů nejmenší. [6]

Tab. 4: Ukázka doplněné tabulky pro metodu těžiště [6]

Druh výrobního stroje	Číslo operace					Požadovaná kapacita [h/rok]	Počet jednotlivých výrobních zařízení
	1	2	3	4	5		
Rýsovací deska	B 300/15 E 125/5 425/20	C 350/10 D 1250/25 1600/35				2052	1
Pila	A 750/20 C 200/10 D 625/25 1575/55	E 200/5				1775	1
Soustruh			A 1100/20 C 300/10 1400/30	D 1500/25 E 425/5 1925/30		3325	2
Vrtačka		A 625/20	B 400/15 D 500/25 E 200/5 1100/45	C 150/10		1875	1
Frézka		B 1125/15		A 1300/20	C 700/10 E 415/5 1115/15	3540	3

Pro vysvětlení dat v tabulce popíši rýsovací desku, kde pro provedení první operace je potřeba 15 t/rok součásti B a 300 h/rok, pro díl E 125 h/rok a 5 t/rok a celkově je potřeba 20 tun materiálu za rok a časový fond bude 425 h/rok. Takto se sečtou všechny časové náklady jednotlivých operací rýsovací desky a vyjde i požadovaná kapacita pro daný druh výrobního stroje, v našem případě rýsovací desky. Z těchto dat se vypočítají jednotlivé

levotočivé a pravotočivé momenty (2), které se následně dosadí do finálního výpočtu pro moment (3). [6]

$$M = \left| \sum M_l + \sum M_p \right| \quad (3)$$

Kde:

- M – výsledný moment,
- M_l – levotočivý moment,
- M_p – pravotočivý moment.

2.1.6 Kruhová metoda

Metoda, která je založena na co nejkratším toku materiálu mezi pracovišti. Principem metody jsou jednotlivé objemy přepravovaných materiálů, tyto objemy se vynásobí délkou, po které jsou přepravovány. Cílem je poté minimalizace součtu těchto objemů vynásobených vzdáleností. To znamená, že chceme docílit co nejkratších vzdáleností u co největších objemů materiálu. Výsledkem je nalezení vzájemné polohy pracovišť vůči sobě. Pro výpočet se vychází z šachovnicové tabulky. [7]

$$\min = \sum_{i=1}^n G_i * L_i \quad (4)$$

Kde:

- G_i – váhový objem daného přepravovaného materiálu,
- L_i – vzdálenost, po které je daný materiál přepravován mezi pracovišti.

Velikost poloměru kružnice, na jejímž obvodu by se mělo pracoviště nacházet, je dána převrácenou hodnotou váhového objemu přepravovaného materiálu. Každým pracovištěm (objektem) by měl procházet stejný počet kružnic jako je počet materiálových toků daného pracoviště. [7]

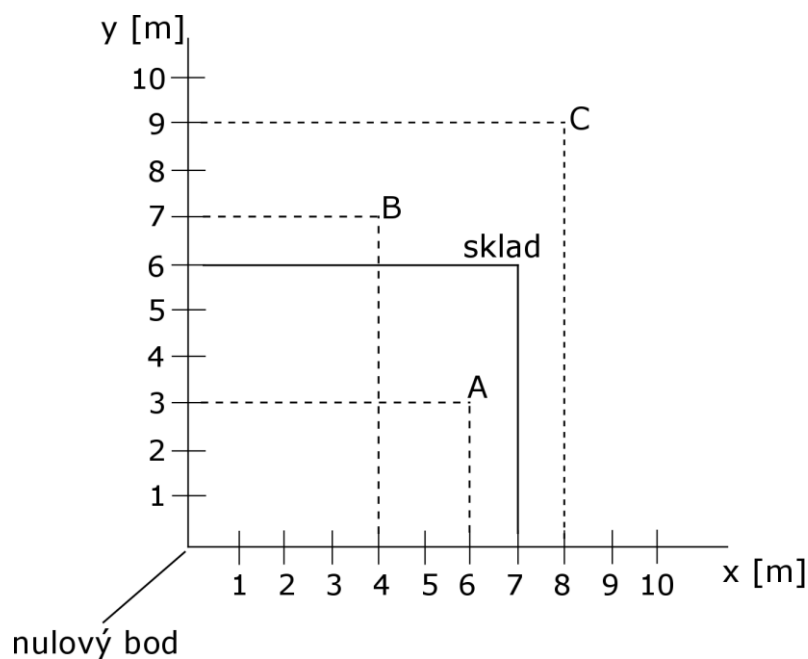
$$a_i = \frac{1}{G_i} * M \quad (5)$$

Kde:

- a_i – velikost poloměru kružnice daného pracoviště,
- M – vhodné měřítko zvolené na základě výchozích míst.

2.1.7 Souřadnicová metoda

Rozmísťovací metoda, která se zabývá rozmísťováním objektů tak, aby tok materiálu mezi pracovišti byl co nejkratší a tím se snížily náklady a čas na přemísťování (dopravu) materiálu. Tato metoda je vhodná pro umísťování centrálních objektů (tzn. objektů, které mají velký tok materiálu s okolními pracovišti, které jsou již prostorově umístěny). [4][5]



Obr. 5: Ukázka pracovišť v souřadnicové síti [5]

Principem je zakreslení již umístěných pracovišť do souřadnicového systému. Jako první se určuje nulový bod, který má nulové souřadnice a je to výchozí bod pro další postup. Od tohoto nulového bodu se určí vzdálenost jednotlivých pracovišť za pomoci souřadnic x_i a y_i a zakreslí se do souřadnicové sítě. Poté se využije dat ze šachovnicové tabulky, kde nás zajímá velikost toku materiálu a dosadí se následující rovnice, ze které se určí souřadnice centrálního objektu. [4]

$$X = \frac{\sum x_i \cdot q_i}{\sum q_i} \quad (6)$$

$$Y = \frac{\sum y_i \cdot q_i}{\sum q_i} \quad (7)$$

Kde:

- x_i a y_i – souřadnice vzdálenosti okolního pracoviště od nulového bodu,
- q_i – hmotnostní činitel mezi centrálním objektem a okolním pracovištěm (tok materiálu mezi těmito pracovišti, např. pracoviště odebírá z centrálního objektu 80 tun materiálu za den),
- X a Y – souřadnice vzdálenosti nově umístěného centrálního objektu.

2.1.8 Srovnání metod pro určení velikosti toku materiálu

V následující tabulce jsou porovnány všechny metody, které jsem uvedl z hlediska výhod a nevýhod.

Tab. 5: Srovnání metod pro určení velikosti toku materiálu

Metody	Výhody	Nevýhody	Výsledný efekt
Sankeyův diagram	Graficky přehledné znázornění toku materiálu.	Ve větších a složitějších výroбах nepřehledné.	Grafické určení velikosti a směru toku materiálu.
Šachovnicová tabulka	Jednoduché zobrazení toku materiálu pomocí tabulky.	Nevhodné pro velké a složité výroby.	Určení velikosti a toku materiálu.
Trojúhelníková metoda	Nejkratší přímá vzdálenost mezi dvěma body (pracovišti).	Omezení vnitřními prostory výroby, pevné daná poloha pracoviště.	Zkrácení vzdálenosti pracovišť s největším tokem materiálu.
CRAFT metoda	Snadné úpravy při změně výroby.	Vhodné pouze pro sériovou či hromadnou výrobu s pravidelnými toky.	Minimalizace nákladů na manipulaci a zkrácení časů výroby.
Metoda těžiště	Nejvýhodnější seřazení objektů (strojů) za sebou.	Nevhodné pro komplikované toky materiálu.	Prostorové rozmístění objektů (strojů v dílně).

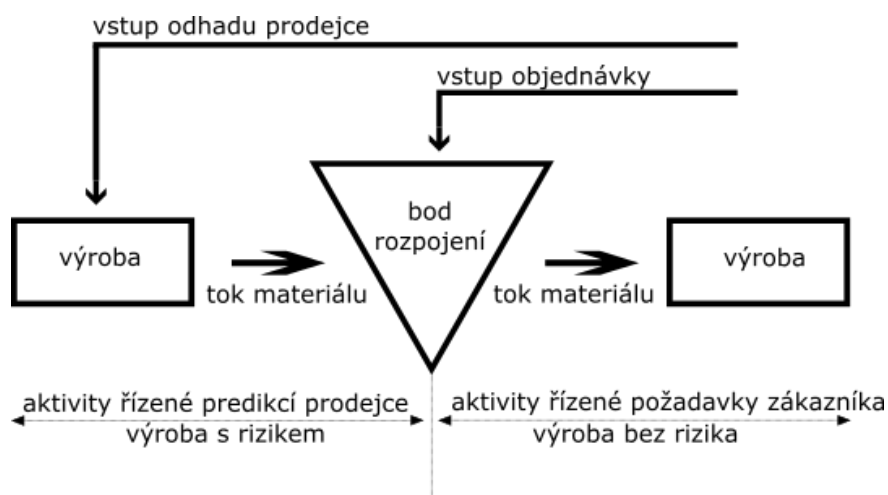
Kruhová metoda	Nejkratší vzdálenosti u největších objemů materiálu.	Nevhodné pro komplikované toky materiálu s větším počtem objektů.	Vzájemná poloha objektů vůči sobě.
Souřadnicová metoda	Rychlý návrh uspořádání rozmístění za pomoci minima dat.	Nevhodné pro umisťování objektů s komplexnějšími typy vztahů mezi pracovišti.	Vhodné rozmístění centrálních objektů.

2.2 Metody pro správu a řízení toku materiálu

Metody, pomocí kterých můžeme posuzovat úroveň výkonu výroby daného podniku a tento výkon měřit, vykazovat a zlepšovat. Podnik by měl zkoumat řadu prvků, jako jsou např. zásoby, ceny placené za materiál, úrovně kvality, provozní náklady a úroveň servisu poskytovaných dodavateli. [8]

2.2.1 Bod rozpojení

Bod rozpojení byl poprvé použit ve společnosti Philips. Tento bod je významný tím, že do tohoto bodu v toku materiálu vstupuje objednávka zákazníka. Rozděluje tedy výrobní řetězec na dvě části a to na výrobu založenou na predikci prodejce (odhadu co se stane v budoucnosti) a na výrobu dle objednávky zákazníka (potřeby zákazníka). Cílem je posunout tento bod co nejvíce k dodavatelům, aby rozhodující část řetězce byla řízena podle objednávek zákazníků, musí však být dodržen čas reakce na přání zákazníka. [8][9]



Obr. 6: Bod rozpojení [8]

V logistickém řetězci je bod rozpojení místem, kde se mohou nacházet zásoby a je to také klíčové místo pro uspokojení zákazníka z hlediska pružnosti a individualizace. V bodu

rozpojení jsou umístěny hlavní pojistné zásoby a od tohoto bodu až k zákazníkovi by neměly být žádné zásoby. [8][9]



Obr. 7: Základní polohy bodu rozpojení [8][9]

Společnost Philips, která poprvé použila bod rozpojení, určila také 5 základních poloh bodů rozpojení, které určují specifické druhy výroby. [8]

Tab. 6: Základní polohy bodu rozpojení (převzato z [9])

Označení bodu rozpojení	Poloha bodu rozpojení	Základní logistická struktura
1	Ve skladech distribuční síť	Výroba a expedice na sklad
2	Ve skladu hotových výrobků	Výroba na sklad
3	Ve skladu montážních komponent	Montáž na zakázku
4	Ve skladu surovin a nakupovaných dílů	Výroba na zakázku
5	Mimo podnik (u dodavatelů)	Nákup a výroba na zakázku

2.2.2 Optimized Production Technology (OPT)

Technologie Optimized Production Technology (dále jen OPT), v překladu „optimální výrobní technologie“ nebo také známá pod jiným českým pojmem „úzká místa“, byla vyvinuta v 70. letech v USA. Základní myšlenkou je, že výkonnost celého výrobního systému závisí na úzkých místech ve výrobním procesu. Principem je se na tato úzká místa zaměřit a optimalizovat kapacity tak, aby tok materiálu byl plynulý v celém výrobním procesu. OPT se využívá pro řízení výroby, jako nástroj na zlepšení organizace výroby nebo jako software pro plánování výroby. [5][9][10]

Základní principy OPT [5][10]:

- *Rozhodující jsou výrobní toky ve smyslu odstraňování úzkých míst,*
- *stupeň využitelnosti jednotky, která není úzkým místem, není určen její výrobní kapacitou, ale výrobní kapacitou okolní hranice (tzn. výrobní kapacitou úzkých míst, které následují po této jednotce),*
- *úzká místa musí být plně využita, jelikož např. hodina ztráty v úzkém místě znamená hodinu ztráty pro celý systém,*
- *hodina úspory na pracovišti, které není úzkým místem, je bezvýznamná, jelikož se rozpracovaná výroba bude hromadit před úzkým místem,*
- *úzká místa určují výkon celého výrobního systému,*
- *výrobní dávka by měla být pohyblivá, nikoliv fixní.*

2.2.3 Systém tlačný a tažný

Tažný systém (anglicky „pull“) znamená, že se vyrábí dle požadavků zákazníka. Výrobní zakázky se tedy neprotlačují výrobním systémem, ale táhnou se výrobou. Pracoviště, které odebírá z předchozího výrobního stupně nějaký materiál či polotovary je vlastně interním zákazníkem tohoto předchozího výrobního stupně. Předchozí výrobní stupeň ručí za zajištění dodávek a za všech okolností musí uspokojit požadavky následujícího pracoviště. Tento systém snižuje výrobní náklady v důsledku snížení mezioperačních zásob a zkrácení průběžných dob výroby. [10]

Tlačný systém (anglicky „push“) funguje tak, že výrobce, dle informací od distributorů a odběratelů a na základě analýz trhu, vlastních analýz a predikce, sestaví svůj vlastní plán výroby, podle kterého se řídí (nejčastěji po nějaké časové období, než provede další analýzy a nezmění tento plán). Tento systém je tradiční u mnoha společností a je zaměřen na maximalizaci výroby. Nevýhodami tohoto systému jsou nadměrné zásoby a přerušení plynulosti toku jednotlivými výrobními stupni.[10]

Nejefektivnější je využití obou systémů najednou tzn., že se do bodu rozpojení vyrábí na sklad a poté od bodu rozpojení jsou tyto polotovary podle potřeby vytaženy a dále jsou zpracovávány podle potřeb zákazníků. [10]

2.2.4 Kanban

Tato metoda vznikla v Japonsku ve společnosti Toyota v roce 1947, zakladatelem byl Taiichi Ohno, který měl jako inspiraci pro vznik této metody doplňování zásob v supermarketu. Metoda byla implementována v roce 1953. [5][11]

Kanban je samoregulační metoda řízení výroby, která kontroluje logistický řetězec z výrobního úhlu pohledu, harmonizuje materiálové toky, zjednodušuje informační toky, snižuje surovinové zásoby a zlepšuje plnění termínů. Použití kanbanu je nejčastější ve velkosériové až hromadné výrobě s ustáleným odbytem, jelikož u takovýchto výroben je málo variant vztahů mezi pracovišti. [1][5]

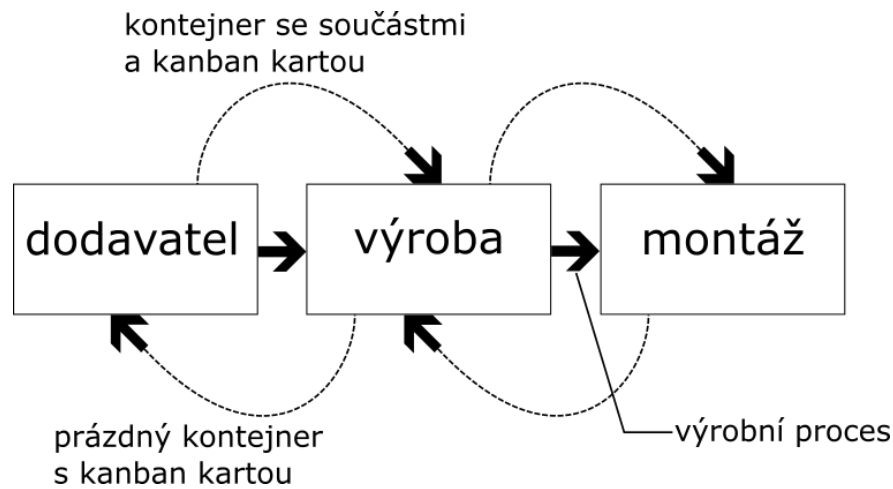
Princip kanbanu je vytvoření samoregulačních okruhů vždy mezi dvěma sousedními výrobními či zásobovacími stupni (např. výroba – výroba, výroba – montáž, dodavatel - sklad). V tomto samoregulačním okruhu kolují karty, které slouží jako interní objednávky mezi těmito výrobními stupni. Karta obsahuje specifické a časové požadavky a v současné době jsou jak fyzické karty tak i elektronické. [1][5]

Dodavatel TTESA Kód dodavatele Q001.0	YK číslo YK511-90015	Sklad CG
Pořadové číslo kanbanu P001	Místo uskladnění A-01-01-0C-03	Typ kanbanu SKLADOVÝ
Měrná jednotka KG	Popis SVARECSKA ELEKTRODA	Nákladové středisko
Lead Time 50	Specifikace MA-1 3.2MM	Skupina uživatele
Způsob balení	Kód materiálu dodavatele MA-1 3.2MM	Poštovní číslo
Hmotnostní třída 1		Lokace uživatele
Objednávkové množství 00010		Číslo kontroly nákladů

Obr. 8: Ukázka kanbanové karty (převzato z [4])

Pracoviště (výrobní stupeň), kterému dochází zásoba součástí určitého druhu, zašle objednávkovou kanban kartu s prázdným přepravním kontejnerem pracovišti, které tyto součásti dodává (sousední výrobní či zásobovací stupeň, se kterým je vytvořen

samoregulační okruh). Toto pracoviště kontejner naplní danými součástmi v předepsaném množství a pošle zpět objednateli i s kanban kartou. [5][10]



Obr. 9: Ukázka pohybu kanbanové karty [1]

Základní pravidla metody kanban [1][5][10]:

- *vyrábí se nebo dodává jen to, co požaduje karta,*
- *objednávané množství bývá velmi malé, např. 1/10 denní potřeby,*
- *o dodávku vždy žádá následující pracoviště,*
- *předcházející pracoviště musí objednávku splnit jak z hlediska času tak i množství,*
- *pokud nejsou na pracovišti žádné karty, nesmí být vyvíjena žádná činnost,*
- *při střetu více objednávek se uplatňuje pravidlo FIFO (první přišel, první odchází),*
- *všechny materiálové toky jsou podřízeny finální montáži, která reaguje na požadavky zákazníka,*
- *vadné součásti se musí okamžitě vyřadit či opravit,*
- *za kvalitu dodávky ručí dodavatel, odběratel jej musí převzít a zkontrolovat.*

2.2.5 Just in Time

Metoda Just in Time (v překladu „právě včas“), dále jen JIT, se snaží eliminovat, případně úplně vyloučit skladové zásoby. Jedná se o vazby mezi dodavatelem a odběratelem a základní myšlenka je dodávat zásoby (materiál, díly, polotovary) právě

v tom okamžiku, kdy jsou potřeba. Podstatou je vyrábět jen to, co je nezbytně nutné a s nejnižšími náklady, jak jen to je možné. JIT eliminuje 5 základních druhů ztrát a to ztráty plynoucí z nadprodukce, čekání, dopravy, udržování zásob a nekvalitní výroby. [1][5][10]

Charakteristické rysy JIT [1][10]:

- *stoprocentní kvalita výrobků (objednaného materiálu),*
- *minimalizace rozpracované výroby (výroba bez mezioperačních zásob),*
- *rovnoměrné využití kapacit,*
- *snížení výrobních (dopravních) dávek,*
- *zásoby jsou u dodavatelů,*
- *malý počet dodavatelů, každý dodává hodně položek,*
- *objednávají se malá množství, ale často,*
- *bezporuchový chod výrobního (dopravního) zařízení,*
- *rychlý a jednoduchý tok materiálu mezi pracovišti (snaha zkracovat přepravní vzdálenosti mezi stroji i od subdodavatelů),*
- *jednoduchost a průhlednost systému řízení,*
- *týmová práce pracovníků všech úrovní,*
- *aplikace „make or buy“ strategie – „nevyráběj nic, co můžeš jinde nakoupit levněji“.*

Hlavními přínosy metody JIT jsou [10]:

- *minimalizace zásob a rozpracované výroby,*
- *minimalizace výrobních a skladových prostor,*
- *vyšší využití výrobních strojů (vyšší produktivita),*
- *jednodušší řízení,*
- *zvýšení kvality.*

2.2.6 Hub & Spoke

Jedná se o distribuční technologii, která je založena na přepravě větších celků na delší vzdálenosti za využití cenově výhodnější hromadné dopravy. Malé zásilky jsou sdružovány do velkých celků. Tyto velké celky jsou poté pomocí velkokapacitních

dopravních prostředků (lodě, letadla, vlaky apod.) přepravovány do oblasti doručení (logistické centrum v dané oblasti). Zde jsou následně rozdruženy zpět na původní malé zásilky. [1]

Mezi výhody této metody patří cenově efektivnější přeprava zásilek a eliminuje růst přepravy malých přímých zásilek na delší vzdálenosti. [1]

2.2.7 Quick Response

Quick Response nebo také „rychlá reakce“ je systém, jejímž principem je předávání informací o pohybu zboží, prodeji, objednávkách a zásobách na jednotlivých stupních distribučního řetězce a sdílení těchto informací se všemi účastníky řetězce. Nejčastěji se využívá u spotřebního zboží. [1]

Tato technologie využívá elektronickou výměnu dat a systém čárových kódů (QR kód) a umožňuje díky tomu on-line sledování prodeje určitých položek v reálném čase a předávání informací výrobci či dodavatelům. [1]

Při využití této technologie dojde ke snížení zásob a ke schopnosti rychlejší reakce, ke snížení rizika, že zboží nebude na skladě a také k celkové úspoře nákladů v řetězci (dodávky do 24 až 48 hodin). [1]

2.2.8 Efficient Consumer Response

Tento systém (v překladu „efektivní reakce na požadavky zákazníka“) je specifickou variantou systému Quick Response a byl vyvinut pro výrobu a obchod s potravinářským zbožím. Jedná se o společnou snahu dodavatelů a prodejců omezit neefektivní činnosti v logistickém řetězci. Zaměřují se na hodnotovou stránku logistického řetězce, to znamená, že eliminujeme činnosti, které nepřidávají hodnotu. Tento systém využívá automatickou identifikaci zboží, elektronickou výměnu dat, elektronický převod peněz, elektronický převod bankovních dat, apod. Hlavním přínosem tohoto systému je snížení zásob zboží a tím následně i skladovacích prostor. [1]

3 Případová studie

Tato případová studie řeší návrh optimalizace toku materiálu ve společnosti Murr CZ s.r.o. pro rok 2020, kdy dojde k výstavbě nové haly a přesunům části skladů a výrobních míst. Hlavním cílem je tedy analýza současného stavu a návrh toků materiálu v roce 2020.

Veškeré informace, obrázky či loga společnosti, které jsou použité v této případové studii, byly poskytnuty z interních dat či webových stránek společnosti Murr CZ spol s r.o.

3.1 Představení společnosti

Společnost MURR CZ spol. s r.o. je dceřinou společností německé firmy Murrelektronik GmbH. Sídlo českého výrobního závodu je ve Stodě a to konkrétně v Průmyslové ulici. Sídlí zde i společnost Murrelektronik CZ spol. s r. o., která je výhradním obchodním zastoupením skupiny Murrelektronik pro Českou republiku. Společnost vyrábí a vyvíjí produkty pro instalaci automatizačních systémů na strojích a zařízeních (jako elektronické jištění, ventilové konektory, konektory a kabely M12, napájecí zdroje, transformátory apod.).



Obr. 10: Logo skupiny Murrelektronik

Společnost Murrelektronik GmbH byla založena Franzem Hafnerem v roce 1975 v Německu ve městě Oppenweiler. Dnes je tato společnost nadnárodní a současní vlastníci ji řídí podle původní vize jejího zakladatele. Společnost má celkem 24 poboček, 4 výrobní závody (Oppenweiler, Stollberg, Šanghai a Stod), 4 mezinárodní sklady (USA, Brazílie, Čína a Německo), 1 milion produktů skladem, vývojové centrum ve Finsku a více než 200 obchodních zástupců a kontaktních osob po celém světě.

3.1.1 Historicky významné body společnosti Murrelektronik

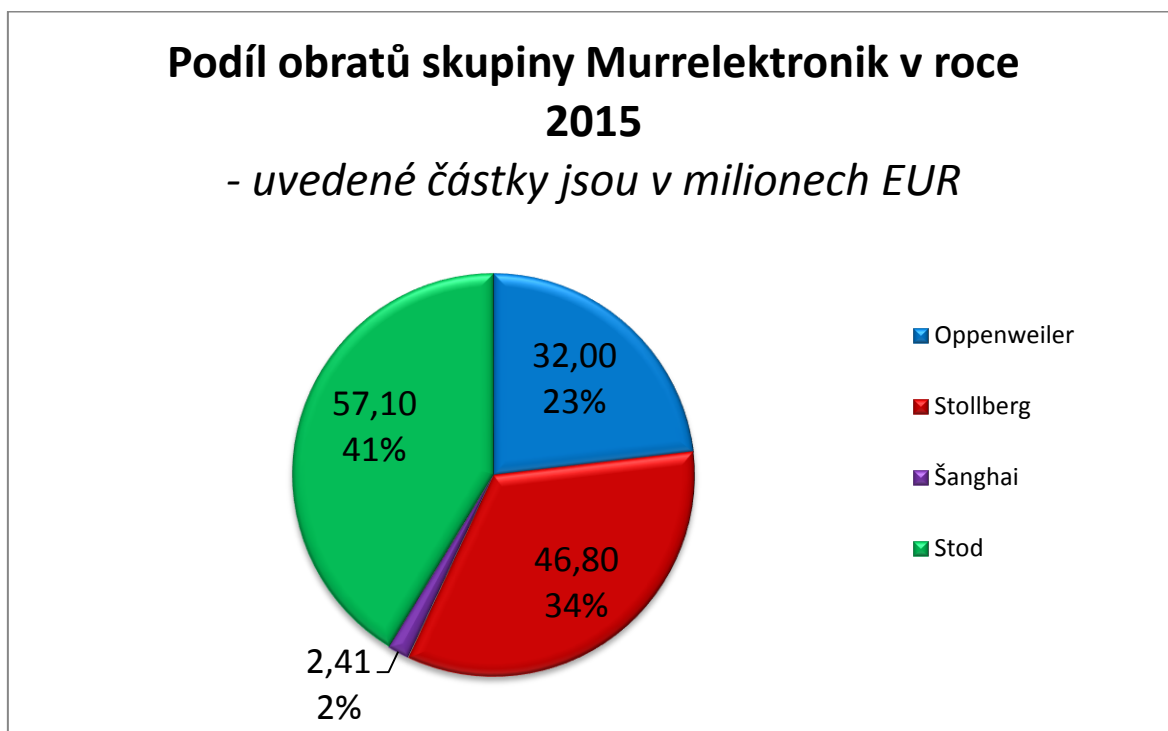
- *1975 – založení společnosti a první produkt RC-S01/220,*
- *1976 – první zahraniční pobočka ve Švýcarsku,*
- *1978 – vznik druhé produktové řady (zpracování signálů), 30 zaměstnanců v Oppenweileru,*
- *1982 – sponzorování regionální televize TV Oppenweiler,*
- *1983 – založení pobočky v Číně,*
- *1984 – vyvinuta třetí produktová řada (ventilové a senzorové konektory), počet zaměstnanců dosahuje 148,*
- *1986 – společnost vstupuje na trh se svými spínanými zdroji,*
- *1989 – první produkty pro sběrníkové systémy, stěhování společnosti do stávající budovy s 270 zaměstnanci,*
- *1993 – získání společnosti KSG ve Stollbergu v Německu,*
- *1994 – rozšíření techniky pro zpracování signálů,*
- *1997 – společnost vstupuje na internet a zveřejňuje nové logo, které vydrželo až do současnosti,*
- *1999 – 400 zaměstnanců v Oppenweileru, založení výrobního závodu ve Stodě,*
- *2001 – 1000 zaměstnanců po celém světě,*
- *2002 – integrace systému SAP,*
- *2005 – 30 let společnosti Murrelektronik, zahájení výstavby logistického centra v Oppenweileru,*
- *2008 – společnost Murrelektronik je zařazena mezi TOP 100 nejlepších středně velkých firem.*

3.1.2 Obecné informace o výrobním závodě ve Stodě

Výrobní závod MURR CZ spol. s r.o. byl založen v dubnu v roce 1999, má okolo 500 zaměstnanců a je největším ze všech výrobních závodů. Co se týká rozměrů, tak výrobní plocha zabírá 4432 m², skladové prostory 2209 m², kanceláře a sociální zařízení zabírají 2175 m² a parkovací prostory 684 m².

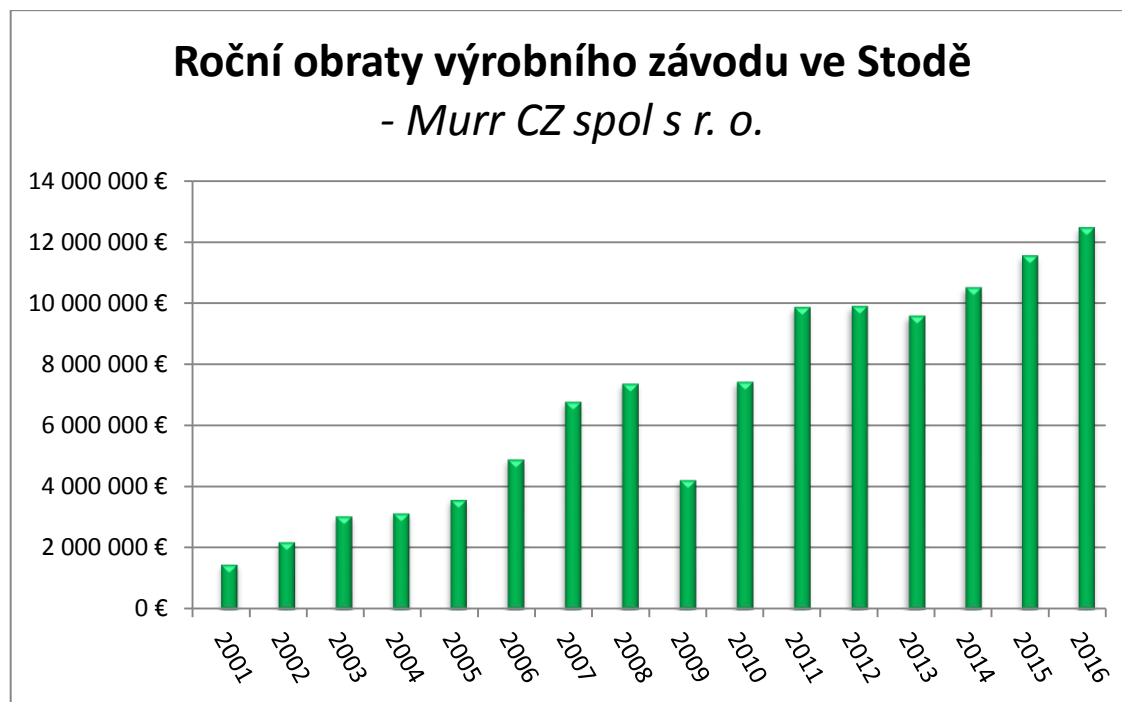
Tab. 7: Porovnání výrobních závodů skupiny Murrelektronik pro rok 2015

	Oppenweiler	Stollberg	Stod	Šanghai
Počet zaměstnanců	92	400	550	70
Rozloha	2000 m ²	700 m ²	9500 m²	2810 m ²
Roční obrat	32 mil. €	46,8 mil. €	57,1 mil. €	2,41 mil. €



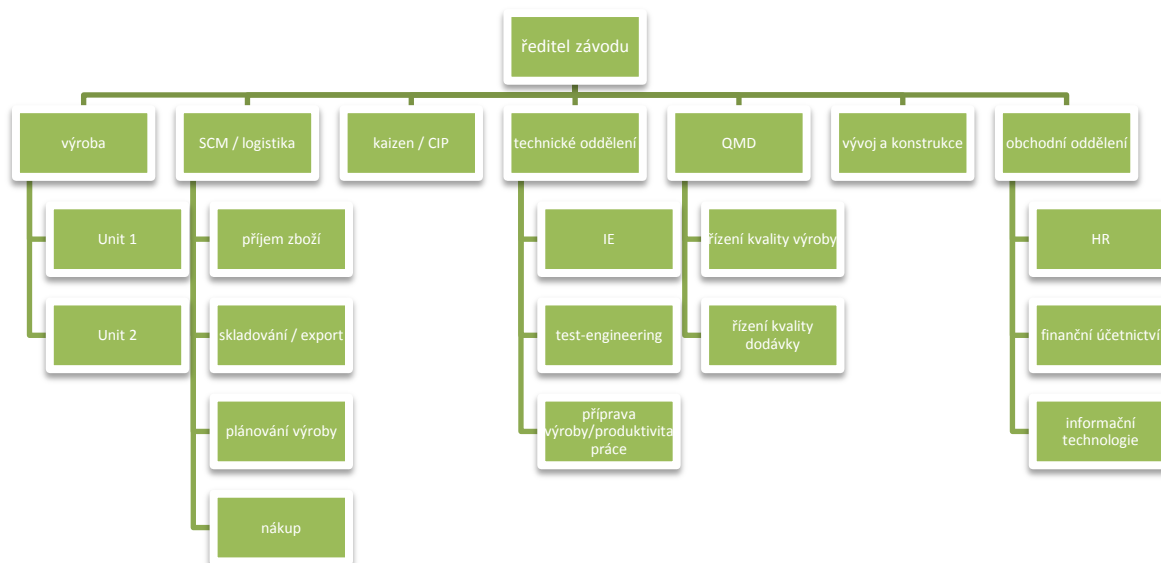
Obr. 11: Podíl obrátů v roce 2015 v milionech EUR

Výrobní závod Murr CZ spol. s r. o. je každým rokem na vzestupu, kromě roku 2009, kdy i tuto společnost poznamenala ekonomická krize. Pro rok 2016 se obrat předpokládá na částku 12 471 078 €.



Obr. 12: Roční obraty výrobního závodu ve Stodě

Organizační struktura společnosti je rozdělena podle specializovaných funkcí jako např. logistika, výroba a vývoj. V těchto jednotlivých sekcích jsou vždy pracovníci, kteří jsou odborníci k daným funkcím. Každá sekce má svého hlavního vedoucího, který má pravomoci k té funkci, u které je vedoucí. Tito vedoucí mají svoje podřízené, ti se zodpovídají vedoucímu své sekce a všichni vedoucí se zodpovídají řediteli závodu. Tato organizační struktura se nazývá funkcionální a je vhodná pro výrobní podniky.



Obr. 13: Organizační struktura společnosti ve Stodě

Vysvětlení pojmů a zkratk organizační struktury:

- **Unit 1** – společnosti je rozdělena na 2 výrobní jednotky (Unit 1 a Unit 2), v této výrobní jednotce se nachází výrobní hala 1,2 a 5,
- **Unit 2** – výrobní hala 3 a 4,
- **SCM** – řízení dodavatelského řetězce (Supply Chain Management),
- **Kaizen** – postupné a neustálé zlepšování procesů,
- **CIP** – nepřetržité zlepšování produktů, služeb, procesů (Continual Improvement Process)
- **IE** – průmyslové inženýrství, zabývá se optimalizací procesů nebo systému (Industry Engineering),
- **test-engineering** – testovací inženýrství, testování, zkoušky, měření,
- **QMD** – oddělení řízení kvality (Quality Management Department),
- **HR** – lidské zdroje (Human Resources).

3.1.3 Produkty společnosti Murrelektronik

Společnost nabízí více než 42 000 produktů. Mezi 4 hlavní produktové oblasti patří:

1. **prvky do rozvaděče** – EMC filtry, odrušovací technologie, rozhraní, zdroje a systémy napájení,
2. **rozhraní** – servisní rozhraní, systémy kabelových průchodek a signální sloupky,
3. **připojovací technologie** – konektory a kabely,
4. **I/O systémy** – sběrníková technika, distribuční systémy.

Mezi hlavní zákazníky společnosti patří:

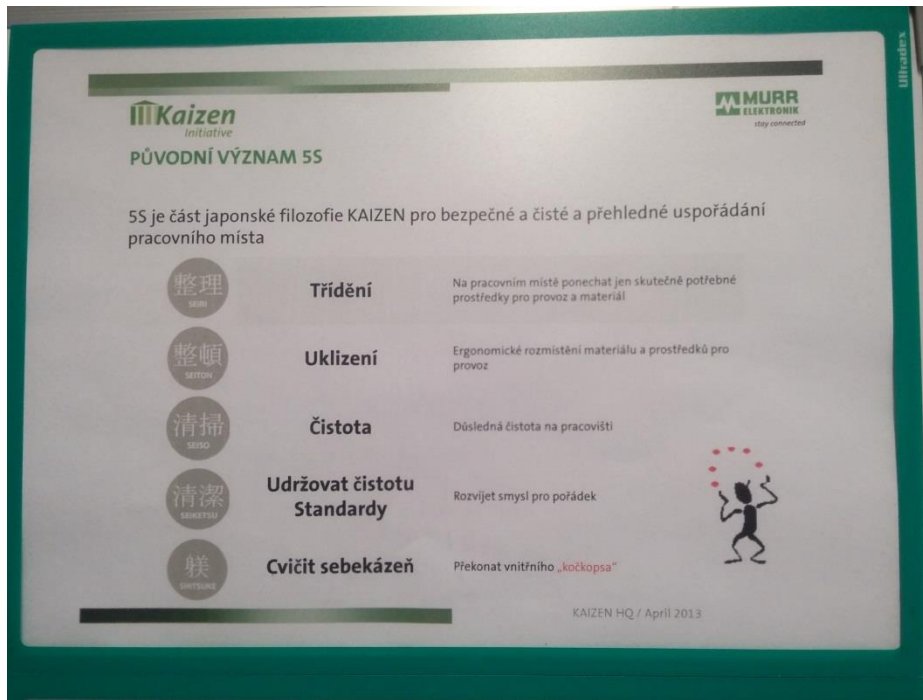
- **Schneider Electric,**
- **Siemens,**
- **Schuler,**
- **DMG,**
- **ABB,**
- **Atlas Copco,**
- **Arburg,**

- **Liebherr,**
- **Audi,**
- **BMW,**
- **Ford a další.**

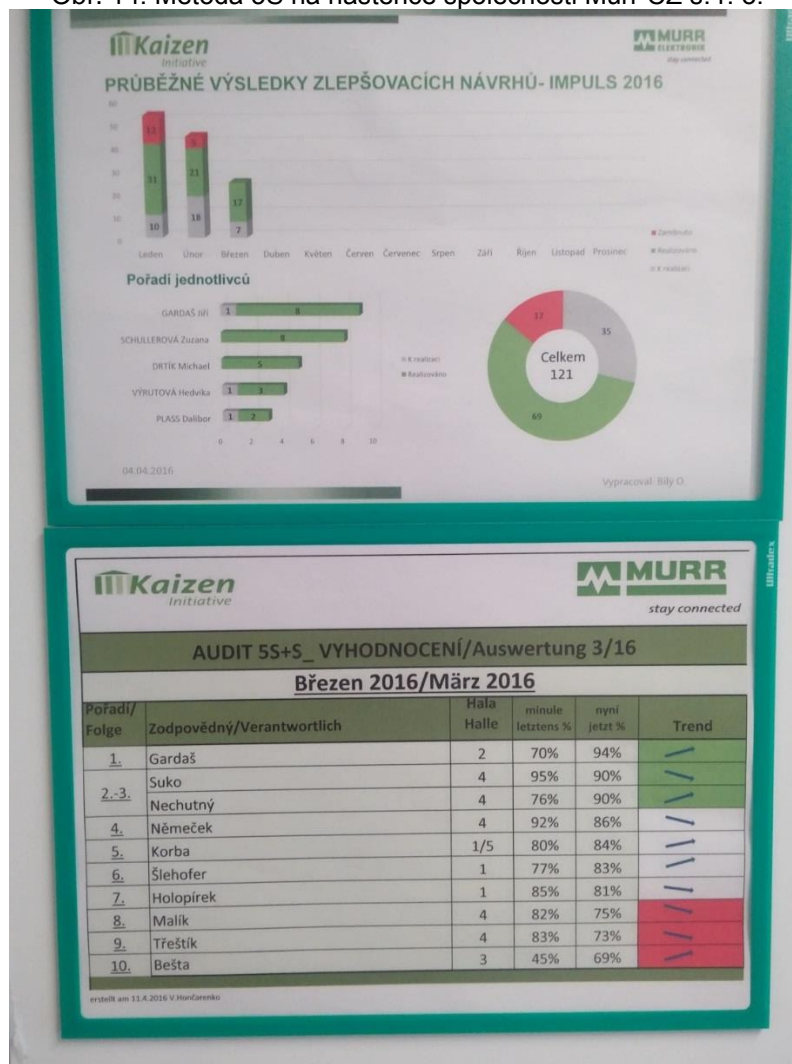
3.1.4 Metody používané ve výrobním závodě ve Stodě

Společnost využívá tyto metody a nástroje:

- **Tok jednoho kusu (One Piece Flow)** – výrobní proces je rozdělen na jednotlivé výrobní operace, tyto výrobní operace navazují na sebe bez žádného čekání a přerušení,
- **Optimalizace pracovní plochy,**
- **SMED (Single Minute Exchange of Die)** – metoda pro snižování prostojů při změně pracoviště (při výrobě dvou rozdílných produktů na jednom stroji),
- **TPM (Total Productive Maintenance)** – metoda pro údržbu zařízení (strojů) a to tak, že zapojením pracovníků na údržbě svojí výrobní linky,
- **5S** – metoda, která se řídí 5 základními pravidly (rozděl, seříd, uspořádej, zdokumentuj a dodržuj), aby se dosáhlo přehledné a čisté výroby,
- **Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping)** – metoda k analýze a nastavení toku materiálu a informací potřebných k dodání produktu zákazníkovi,
- **Řízení výroby (Shop Floor Management)** – dílenské řízení výroby, nástroje pro řízení štihlé výroby, propojení řídicích lidí s výrobou a jejími zaměstnanci (např. vedoucí pracovník musí strávit několik hodin pozorováním ve výrobě),
- **Idea Management** – v podstatě se jedná o metodu Kaizen (zlepšování procesů ve výrobě), kde každý pracovník může navrhnout, co by na svém pracovišti zlepšil,
- **Kanban** – viz kapitola 2.2.4,
- **Řízení dodavatelského řetězce (Supply Chain Management)** – balík programových prostředků pro propojení jednotlivých článků dodavatelského řetězce a sdílení informacemi mezi nimi (dodavatel – výroba – distribuce – prodejce – zákazník).
- **SAP (Systems – Applications – Products in data processing)** – software pro řízení podniku, skládá se z různých modulů (např. finanční účetnictví, skladová hospodářství a logistika, evidence majetku).



Obr. 14: Metoda 5S na nástěnce společnosti Murr CZ s. r. o.



Obr. 15: Nástěnka s výsledky metody Kaizen společnosti Murr CZ s. r. o.

3.2 Identifikace problémů

Na *Obr. 16* je grafické načrtnutí výrobního závodu ve Stodě s popisky hal a rozdělením na dvě výrobní jednotky a to Unit 1 a Unit 2. Unit 1 obsahuje halu 1, 2 a 5 a Unit 2 obsahuje zbylou halu 4 a 5. V dalších částech případové studie používám pro odkazování na tyto dvě výrobní jednotky pouze termíny Unit 1 a Unit 2.

Výrobní závod Murr CZ s. r. o. má každým rokem vyšší obrat, jak je vidět na *Obr. 12*. Společnost předpokládá 12,5% zvýšení obratu každý rok. To znamená, že se zvětší jak výroba, tak materiál a tím i požadavky na skladové zásoby. Zde vzniká hlavní problém, který společnost řeší výstavbou nové výrobní haly 6.

Dalším problémem jsou toky materiálu mezi Unit 1 a Unit 2. V blízké budoucnosti společnosti je, aby se tento tok materiálu zredukoval na minimum. V ideálním případě by měl být tok materiálu pouze z Unit 2 do Unit 1 a to ve formě polotovarů (plošné spoje, které se osadí na hale 4 a další výroba pokračuje na hale 6).

Poslední problém je nepřehlednost a složitost největšího skladu 1 000. Tento sklad by se měl rozdělit na dva sklady. Jeden bude v hale 5 a bude zásobovat halu 1, 2, 5, 6 a druhý bude na stávajícím místě skladu 1 000 v hale 3 a bude zásobovat halu 3 a 4. Tímto krokem se vyřeší i druhý problém, jelikož už nebude třeba převážet výrobní materiál mezi Unit 2 a Unit 1.

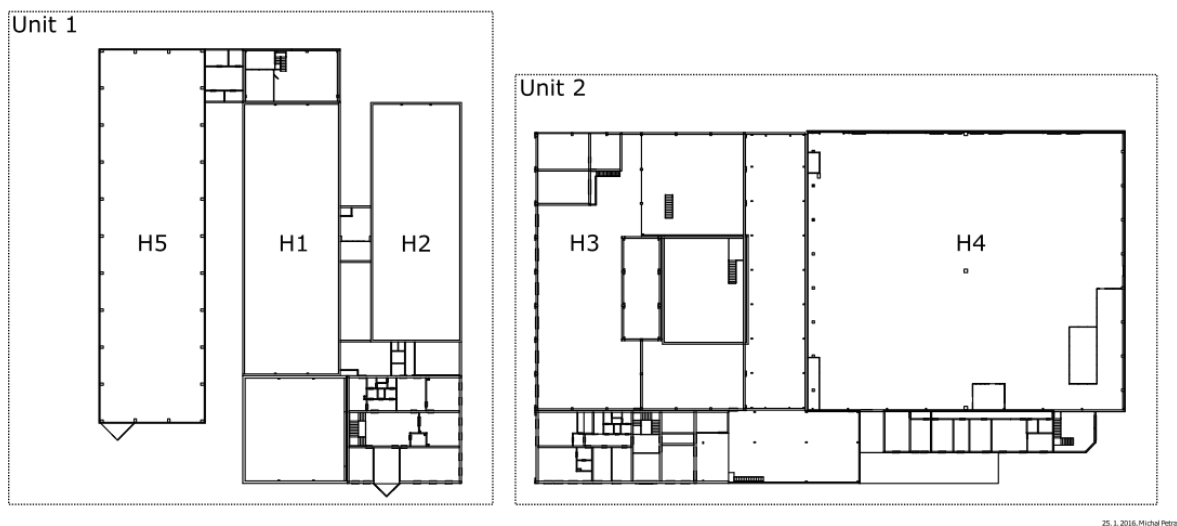
3.3 Analýza současného stavu

Veškeré toky jsou uvedeny v celkovém objemu peněz za materiál za rok 2015 a jelikož se jedná o nadnárodní společnost se sídlem v Německu, tak jsou tyto toky uvedeny v Eurech.

Toky materiálu, které jsou zobrazeny v následujících nákresech, byly zakresleny tak, že 1 mm toku materiálu se rovná 1 milionu euro. Nákrese jsou ovšem v této práci zmenšeny, ale poměr mezi jednotlivými tloušťkami toků je zachován. Některé toky bylo možné špatně zobrazit, a proto jsem některé zaokrouhlil na tloušťku 0,5 mm či jsem je

sloučil s větším tokem, který měl stejnou trasu. Tyto drobné úpravy jsou u každého nákresu popsány a vysvětleny.

Layout, Murr CZ



Obr. 16: Rozvržení výrobního závodu ve Stodě s rozdělením hal a Unit v roce 2015

3.3.1 Metodika analýzy současného stavu

Jako metodu pro zjištění současného toku materiálu ve společnosti jsem zvolil Sankeův diagram (kapitola 2.1.1). Data pro tuto grafickou metodu jsem čerpal z firemního programu SAP. Toky příjmů a vývozu materiálu jsem získal ze SAPu pomocí účetních pohybů za rok 2015. Pomocí těchto účetních pohybů jsem mohl příjem materiálu rozdělit na dvě skupiny a to od dodavatelů a přeskladnění materiálu z Oppenweileru a Stollbergu. Obdobně jsem postupoval i u vývozu materiálu, kde jsem opět pomocí účetních pohybů v programu SAP získal data o vývozu materiálu.

Data o spotřebě materiálu uvnitř výrobního závodu jsem získával z programu SAP podle výrobních skladů. Takto jsem získal materiály, které se spotřebovávají pouze na daných výrobních skladech. Ostatní materiálu, které se spotřebovávají na více výrobních místech, se uskladňují na logistických skladech. Materiály co jdou přes sklad 1 000 a 50 jsem musel třídit samostatně a postupně je přidávat k daným výrobním skladům. Tento druhý krok byl podstatně složitější. Ukázka z třídění dat je v příloze A.

3.3.2 Tok materiálu mezi dodavateli, Stodem a zákazníky

Dodavatele pro výrobní závod ve Stodě jsem rozdělil na dvě hlavní skupiny. První skupina je Stollberg a Oppenweiler. Ze Stollbergu se potřebný materiál pro Stod převezí kamionem do Oppenweilera, kde se doplní další potřebné zásoby a tento kamion poté přiveze zásoby materiálu do Stoda. Druhá skupina materiálu jsou ostatní dodavatelé, zde jsou zahrnuti všichni externí dodavatelé.

Tab. 8: Příjem materiálu od dodavatelů za rok 2015

Dodavatel	Příjem za rok 2015	Podíl z celkového příjmu materiálu
Oppenweiler a Stollberg	2 323 611 €	7 %
Ostatní dodavatelé	29 896 804 €	93 %
Celkový příjem materiálu	32 220 415 €	100 %

Vývoz materiálu je rozdělen do 5 skupin. Největší peněžní objem se vyváží do centrálního skladu v Oppenweilera, odkud se produkty expedují dále, a jedná se o 76 % z celkového vývozu. Naopak nejmenší vývoz je do společnosti Siemens, kam se produkty dodávají na sklad, kde si je Siemens odebírá podle potřeby a za produkty platí pouze při odebrání ze skladu, to znamená, že produkty co jsou na skladě, stále patří společnosti Murr CZ. Jedná se o tak malý tok, že celkově je to necelé jedno procento z celkového vývozu. Přímo k zákazníkům, kteří si např. objednali nějaký produkt přes elektronický obchod, putuje 9 % z celkového vývozu. Další skupinou je Finská pobočka společnosti, kam jde 6 % z celkového vývozu. Poslední skupinou je Schneider Electric, kam se vyváží 9 % z celkového vývozu produktů a to každý pátek.

Tab. 9: Vývoz produktů k zákazníkům za rok 2015

Zákazník	Dopravce	Počet europalet	Celková cena vyvážených produktů za rok	Tloušťka toků v nákresu	Podíl z celkového vývozu produktů
Centrální sklad (Oppenweiler)	Bocan	45 za den	18 999 794 €	19,00 mm	76 %
Siemens	Dachser	-	9 442 €	-	0 %
Schneider Electric	Dachser / Schenker	31 za týden	2 154 782 €	2,15 mm	9 %
Murrelektronik Finsko (MEFI)	Dachser	2 za týden	1 545 626 €	1,55 mm	6 %
Přímo k zákazníkovi	Dachser	7 až 8 za den	2 196 566 €	2,20 mm	9 %

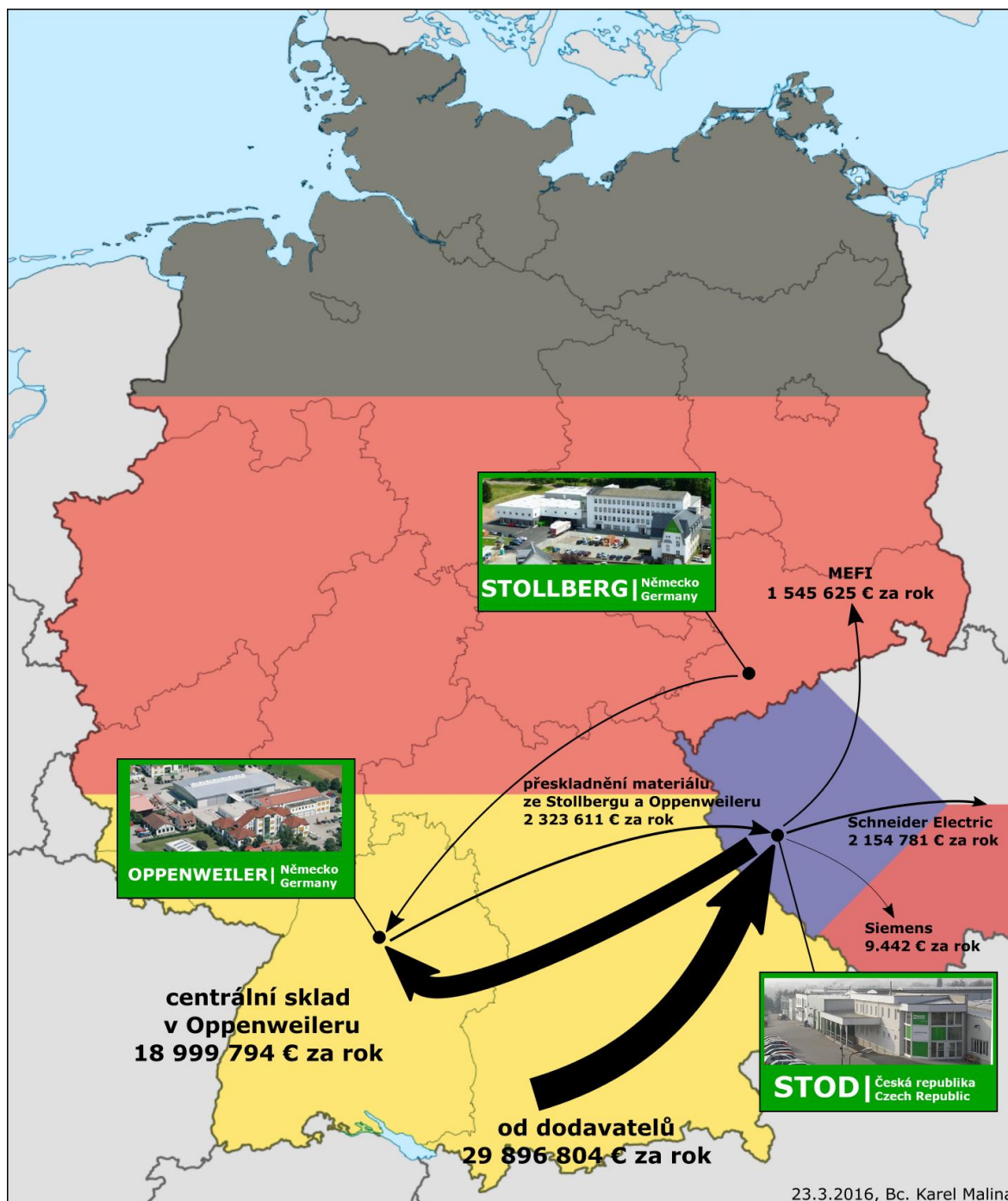
U společnosti Schneider Electric se produkty vyváží pomocí dvou přepravníků. Z ČR do Německa ji zajišťuje Dachser a produkty jsou na paletách o rozměrech 0,8 x 0,6 m a v Německu se tento náklad přeloží k přepravci Schenker na europalety o rozměrech 0,8 x 1,2 m a tzn., že na jednu europaletu se vejdou dvě palety, které přepravuje Dachser.

Údaje o počtu palet jsou zprůměrovány z jednotlivých týdnů podle knihy vývozu společnosti a to tak, že z každého měsíce v roce 2015 byl vybrán náhodně jeden týden a těchto 12 hodnot se zprůměrovalo. Vybrané dny a hodnoty z těchto dnů je vidět v následující tabulce *Tab. 9*.

Tab. 10: Vývoz palet pro zákazníka Schneider Electric v roce 2015

Den	Počet palet (0,8 x 0,6 m)	Počet europalet (0,8 x 0,12 m)
9. 1. 2015	57	28,5
6. 2. 2015	46	23
7. 3. 2015	76	38
17. 4. 2015	42	21
15. 5. 2015	90	45
16. 6. 2015	14	7
1. 7. 2015	65	32,5
14. 8. 2015	32	16
11. 9. 2015	65	32,5
16. 10. 2015	91	45,5
20. 11. 2015	64	32
11. 12. 2015	101	50,5
celkem	743	371,5
průměr	62	31

Tok produktů do společnosti Siemens je v grafických zobrazeních vynechám (vyjímka pouze u *Obr. 17*), jelikož se jedná o tak malý tok, že by šířka toku a šipky musela být v poměru k ostatním tokům téměř nulová. Dále u toho zákazníka nebyl k dispozici údaj a počtu palet.



Obr. 17: Mapa toku materiálu výrobního závodu ve Stodě za rok 2015

3.3.3 Tok materiálu ve výrobním závodě ve Stodě

Příjem materiálu se dělí na to, zda se jedná o kabely či ne. Veškerý příjem kabelů je na hale 5. Ostatní materiál se přijímá na hale 3. Materiál, který se přiveze, je vyložen na příjmových místech, kde následně pověřený pracovník zkontroluje kvalitu materiálu a pokud posoudí, že materiál je v pořádku, tak je následně materiál přijat a naskladněn na příslušný sklad.

Všechny sklady ve společnosti Murr CZ s. r. o. jsou ještě rozděleny na tzv. logistické a výrobní. V příloze B jsou tyto sklady rozděleny barevně a to logistické (modře) a výrobní (červeně). Materiál, který má pouze jedno místo spotřeby, se převezí z příjmu materiálu na daný výrobní sklad. Ostatní materiál, který se spotřebovává na více výrobních místech, se převezí na jeden z logistických skladů. Zde záleží, zda se jedná o plechy, kartony, kabely, měď či ostatní surový materiál. Z tohoto logistického skladu poté jde materiál na jednotlivé výrobní sklady buďto podle výrobního plánu firmy nebo podle kanbanových objednávek daných výrobních pracovišť.

Logistické sklady:

- **31** – sklad plechů,
- **41** – sklad mědi,
- **50** – sklad kartonů,
- **60** – sklad kabelů,
- **1 000** – sklad surového materiálu.

Výrobní sklady:

- **90** – výrobní sklad pro SMD součástky,
- **204** – výrobní sklad pro konektory a kabelové konektory,
- **205** – výrobní sklad pro relé, odrušovací filtry,
- **220** – výrobní sklad pro spínací zdroje,
- **221** – výrobní sklad pro výrobu produktů – inteligentní distribuce proudu,
- **274** – příprava výroby pro drátové osazování,
- **275** – výrobní sklad pro drátové osazování,
- **276** – výrobní sklad polotovarů osazených desek plošných spojů,
- **300** – výrobní sklad materiálu pro transformátory,
- **510** – výrobní sklad pro zalévací (tekuté) materiály do konektorů, transformátorů apod.,
- **520** – výrobní sklad materiálu pro přípravu výroby transformátorů.

Materiál se mezi jednotlivými výrobami či halami převáží buďto na paletách anebo v zelených boxech. Palety mohou obsahovat větší materiál jako velké plechy, kartony apod. anebo jsou na nich přepravovány zelené boxy, tyto boxy používá společnost ve 4 velikostních variantách (první 3 varianty se liší pouze ve výšce boxu, poslední varianta je box přímo do police pro výrobu). Rozměry jsou uvedeny v následující tabulce *Tab. 11*. U palety je uvedena maximální výška i s naloženým materiálem (uvedená výška je dána z bezpečnostních důvodů).

Tab. 11: Rozměry a vlastnosti palet a boxů používaných ve výrobním závodě

	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]	Objem [m ³]
Paleta (europaleta)	1 200	800	1 600	1,536
Zelený box (varianta 1)	400	300	120	0,014
Zelený box (varianta 2)	400	300	180	0,022
Zelený box (varianta 3)	400	300	285	0,034
Zelený box (varianta 4)	200	300	120	0,007



Obr. 18: Ukázka boxů a europalet společnosti Murr CZ s. r. o.

Tab. 12: Příjem materiálu na halu 3 a halu 5 ve Stodě za rok 2015

	Příjem na hale	Počet palet a balíků za den	Frekvence dodávek (dodávek od dopravce)	Peněžní objem materiálu	Tloušťka toků v nákresu	Podíl z celkového příjmu materiálu
Příjem materiálu ze Stollbergu a Oppenweilera	hala 3	-	1 za den	2 323 611 €	2,32 mm	7 %
Příjem materiálu od dodavatelů (mimo kabely)	Hala 3	47 palet a 94 balíků	16 za den	24 725 878 €	24,73 mm	77 %
Příjem kabelů od dodavatelů	hala 5	35 až 40 palet a boxů	5 za den	5 170 926 €	5,17 mm	16 %

Údaje o počtu palet či frekvenci dodávek byly dodány od pověřených osob z příjmu zboží, kromě materiálu od externích dodavatelů, kde byly tyto údaje získány z knihy o příjmu zboží. Do této knihy se zapisuje veškerý příjem materiálu a to den kdy byl materiál přivezen, dopravce, počet palet a počet balíků. Z tohoto sešitu bylo náhodně vybráno 5 dnů z roku 2015 a údaje z těchto dnů byly zprůměrovány.

Tab. 13: Příjem palet a balíků na halu 3 za rok 2015

	28. 1. 2015	1. 2. 2015	5. 2. 2015	24. 2. 2015	1. 3. 2015	Celkem	Průměr
Počet palet	29	53	16	36	101	235	47
Počet balíků	37	118	70	139	107	471	94
Počet aut (dodávek)	13	16	18	19	13	79	16

Mezi výrobními jednotkami dochází každý den k toku materiálu kvůli dodávání kabelů do Unit 2 (hala 3 a 4) a naopak k dodávání surovin ze skladů z Unit 2 do Unit 1, kde se tyto suroviny též spotřebovávají.

Veškeré toky materiálu, které jdou do výrobního závodu a ven jsou znázorněny v příloze C.

3.3.4 Tok materiálu ve výrobní jednotce 1 (Unit 1)

Z hlediska velikosti nákresu celého výrobního závodu jsem rozdělil tok materiálu podle Unit, aby byly patrné poměry velikostí jednotlivých toků uvnitř závodu. Barvy toků jsou stejné jako barevné rozložení skladů v příloze B.

Unit 1 je rozdělena na halu 1,2 a 5. V těchto třech halách se vyrábí konektory s kabely, pasivní rozbočovače a průchodky. Na hale 5 je ještě navíc sklad kabelů. Ostatní materiál se sem dováží z Unit 2 a to konkrétně se skladu 1 000 a ze skladu 50. Frekvence dodávek je průměrně 1 000 zelených boxů za den a to přibližně na 45 až 50 paletách za den.

Tab. 14: Rozdělení produktů v Unit 1 v roce 2015

Unit 1		
Produkt	Podrozdělení	Výrobní hala
Rozhraní		
Panelová rozhraní	rámeček	H 1, 2, 5
	průchodky	H 1, 2, 5
	set	H 1, 2, 5
Průchodky	-	H 1, 2, 5
Hybridní sběrníkové systémy	-	H 1, 2, 5
Rozvaděčová rozhraní	-	H 1, 2, 5
Připojovací technika		
S volným koncem	-	H 1, 2, 5
Propojovací kabely	-	H 1, 2, 5
Samostatně připojitelný	-	H 1, 2, 5
Příslušenství	-	H 1, 2, 5
Ventilové konektory	-	H 1, 2, 5
I/O systémy		
Pasivní rozbočovače M8	-	H 1, 2, 5
Pasivní rozbočovače M12	-	H 1, 2, 5

V této Unit se nachází stroje pro stříhání kabelů, krimpování konektorů, zalévací troje, vstříkovací stroje, dva ruční zalévací stroje pro kabelové konektory a stroj pro balení. Provádí se zde také letování a zkoušení hotových produktů.

Tok materiálu v Unit1 je zobrazen v příloze D. Vzhledem k tomu, že všechna výrobní místa na hale 1, 2 a 5 jsou označena pod výrobním skladem 204 a vyrábí se ve všech třech halách stejné produkty, tak jsem zakreslil tok materiál pouze na jeden z těchto skladů. Ve skutečnosti pak jde materiál do všech hal. Materiál, který jde ze skladu 50 na výrobní sklad 204 je tak malý, že jsem ho sloučil s mnohonásobně větším tokem a tokem ze skladu 1 000 do výrobního skladu 204 (ružová barva). Velká červená šipka značí celkovou spotřebu materiálu ve výrobních skladech 204 na hale 1, 2 a 5 a ta činí 15 834 983 €.

Tab. 15: Tabulka toku materiálu v Unit 1 za rok 2015

Odkud (sklad či příjem)	Kam (sklad)	Peněžní objem materiálu	Tloušťka toků v nákresu	Počet pohybů za rok
Příjem materiálu (kabely)	60	5 170 926 €	5,17 mm	-
Příjem materiálu (surový materiál) hala 3	204	2 875 823 €	2,86 mm	-
1 000	204	7 740 882 €	7,74 mm	178 302
50	204	43 239 €	-	57 287
60	204	5 170 926 €	5,17 mm	264 212

Počet pohybů v Tab. 15 znamená, kolikrát za rok se s daným materiálem pohybovalo. Jako jeden pohyb je například bráno naskladnění určitého počtu materiálu na sklad. Další pohyb je, že se např. vezme 100 kusů materiálu a pošle se do výroby. U příjmu materiálu nás tyto hodnoty nezajímají, jelikož optimalizace se bude týkat pouze pohybu materiálu ze skladu 1 000.

3.3.5 Tok materiálu ve výrobní jednotce 2 (Unit 2)

V této části společnosti je tok materiálu podstatně složitější, jelikož se zde nachází několik logistických skladů a velké množství výrobních skladů. Nachází se zde příjem nekabelového materiálu, který zahrnuje přibližně 84 % z celkového příjmu. Tok materiálu v této Unit je zobrazen v příloze E.

Tab. 16: Rozdělení produktů v Unit 2 v roce 2015

Unit 2		
Produkt	Podrozdělení	Výrobní hala
Elektronika v rozvaděči		
Transformátory	-	H3
Spínané zdroje (napájení DC)	-	H4
Buffer moduly / redundantní moduly	-	H4
Inteligentní distribuce proudu	-	H4
Měniče/usměrňovače	AC/DC a DC/AC měniče	H4
	usměrňovací moduly	H4
Odrušovací prvky	-	H4
Relé	-	H4
Reléové patice	-	H4
Optočleny/polovodiče	-	H4
Aktivní zpracování signálu	převodníky AD/DA	H4
	analogový převodník	H4

	frekvenční měnič	H4
	časovač	H4
	komparátory	H4
	teplotní převodník	H4
	brzdy motoru	H4
	demagnetizér	H4
Pasivní zpracování signálu	připojení plochým kabelem	H4
	SUB-D	H4
	přenos signálu/3-vodičové připojení	H4
	oddělitelné šroubkové svorkovnice	H4
	pružinové svorky	H4
Rozhraní		
Světelné prvky	-	H4
I/O systémy		
Cube67	-	H4
Cube20	-	H4
Impact67	-	H4
MASI	-	H4

Tato Unit je rozdělena na halu 3 a halu 4. Na hale 3 se vyrábí transformátory. Na této hale se nachází 9 navijecích strojů, 1 navijecí automat, montážní pracoviště s montážní linkou, lakovací automat, balící stroj, pracoviště pro svařování plechů a automatický tester. Na hale 4 se vyrábí spínané zdroje a další viz *Tab. 16*. Nalezneme zde sedm SMD věží pro uskladnění součástek, 6 osazovacích linek, pracoviště pro předmontáž a konečnou montáž pasivních dílů, 4 montážní a zkoušecí pracoviště, pracoviště pro optickou kontrolu plošných spojů, 5 strojů na letování (2 na letování přetavením a 3 na letování v parách) a stroj na balení.

Tok materiál do Unit 1 (sklad 204) ze skladu 50 (kartony), je tak malý, že jsem ho sloučil s větším tokem ze skladu 1 000, který má stejnou trasu. Tok z příjmu materiálu na sklad 510 a 520 jsou také z velikostních důvodů sloučeny, a aby byly trochu viditelné, jejich šířku jsem zadal na 0,5 mm, i když peněžní tok je mnohem menší. Tok ze skladu 1 000 na sklady 510 a 520 jsem úplně vynechal, jelikož se jedná o barely se zalévací hmotou, které se naskladňují např. jednou za půl roku, navíc jak je vidět z tabulky tak opět peněžní tok je velice malý a pro analýzu nepodstatný. Peněžní toky, které jsou v *Tab. 17* pod 500 000 EUR jsem zaokrouhlil v nákresu na 0,5 mm a toky mezi 500 000 až 1 milionem EUR jsem zaokrouhlil v nákresu na 1 mm pro lepší viditelnost v nákresu.

Tab. 17: Tabulka toku materiálu v Unit 2 za rok 2015

Odkud (sklad či příjem)	Kam (sklad)	Peněžní objem za rok	Tloušťka toků v nákresu	Počet pohybů za rok
1 000	204	7 740 882 €	7,784 mm (sloučeno s 50 - 204)	178 302
1 000	205	3 102 397 €	3,102 mm	3 856
1 000	220	3 450 783 €	3,451 mm	79 535
1 000	221	306 275 €	0,500 mm	5 105
1 000	274	921 538 €	1,000 mm	9 618
1 000	275	1 442 510 €	1,443 mm	7 652
1 000	300	887 808 €	1,000 mm	40 892
1 000	510	36 384 €	0,500 mm	127
1 000	520	88 927 €		661
50	204	43 239 €	sloučeno s 1000 - 204	57 287
50	300	163 251 €	0,500 mm	8811
31	300	700 524 €	1,000 mm	5363
41	300	209 655 €	0,500 mm	13649
60	204	5 175 040 €	5,175 mm	264212
Příjem materiálu	90	5 167 957 €	5,168 mm	243827
Příjem materiálu	204	2 875 823 €	2,876 mm	222738
Příjem materiálu	205	1 131 922 €	1,132 mm	11508
Příjem materiálu	220	893 665 €	1,000 mm	2924
Příjem materiálu	221	319 705 €	0,500 mm	8918
Příjem materiálu	275	155 312 €	0,500 mm	1601
Příjem materiálu	276	1 090 634 €	1,091 mm	1038
Příjem materiálu	300	201 636 €	0,500 mm	385
Příjem materiálu	510	155 576 €	0,500 mm	8259
Příjem materiálu	520	19 €		8

3.4 Návrh řešení budoucího stavu

Jako budoucí stav mi byl společností zadán rok 2020, kdy bude v provozu hala 6 s novým výrobním a skladovým prostorem. Místo současného policového skladového systému na skladu 1 000, se společnost rozhodla s výstavbou haly 6 pořídit i skladový systém Lean-Lift, který bude na hale 5 a na hale 3.

Lean-Lift je automatizovaný věžový skladový systém. Jedná se o skladovou věž, která dosahuje většinou až ke stropu. Uvnitř této věže jsou police s materiálem a systém pro pohyb jednotlivých polic. V dolní části Lean-Liftu je výdejní místo s počítačem. V počítači obsluha Lean-Liftu nalezne materiál, který potřebuje a během pár vteřin mu ve výdejním místě vyjede police s příslušným materiálem, který obsluha může vyjmout či vložit a police poté zajede zpět na své místo.



Obr. 19: Ukázka skladového systému Lean-Lift

3.4.1 Metodika řešení

Z hlediska toho, že společnost chce minimalizovat tok materiálu mezi Unit 2 a Unit 1 bylo potřeba vyfiltrovat ze SAPu materiály (kabely), které se spotřebovávají v Unit 2 a tuto výrobu přesunout do nové haly 6. Další z výrob, které se přesunou na halu 6 bylo pracoviště s výrobním skladem 204. Pro nakreslení Sankeyova diagramu bylo ještě zapotřebí odhadnout velikosti toků materiálu v roce 2020, to jsem provedl pomocí již zmíněného každoročního růstu obrátu o 12,5 %. Vzhledem k růstu obrátu se těchto 12,5 % musí projevit také v množství zásob materiálu a tím i peněžním objemu za tento materiál. To znamená, že aktuální tok materiálu jsem přerozdělil podle nového řešení a veškeré toky jsem zvýšil o 12,5% nárůst každý rok až do roku 2020.

3.4.2 Vlastní návrh

Grafický návrh jsem udělal jako Sankeyův diagram a pomocí stejných barevných rozdělení pro jednotlivé toky a rozdělil jsem jej opět na náčrt příjmu a vývozu materiálu, tok v Unit 1 a tok v Unit 2.

3.4.2.1 Tok materiálu mezi dodavateli, Stodem a zákazníky

V příloze F je vidět rozvržení skladů a výroby pro rok 2020. Předpokládané příjmy materiálu a vývozy produktů jsou vypočteny podle firemních předpokladů a to již o zmíněný nárůst 12,5 % každý rok. Při návrhu příjmu materiálů i vývozu produktů jsem předpokládal, že 12,5% nárůst příjmů i vývozu bude rovnoměrný u všech dovozců i odběratelů a jejich procentuální podíl tedy zůstane stejný.

Tab. 18: Předpokládaný příjem materiálu v roce 2020

	Příjem na hale	Počet palet a balíků za den	Frekvence dodávek (dodávek od dopravce)	Peněžní objem materiálu	Tloušťka toků v nákresu	Podíl z celkového příjmu materiálu
Příjem materiálu ze Stollbergu a Oppenweilera	hala 3	-	-	4 187 222 €	4,187 mm	7 %
Příjem materiálu od dodavatelů (mimo kabely)	Hala 3	62 palet a 124 balíků	21 za den	32 592 606 €	35,593 mm	56 %
Příjem materiálu od dodavatelů (mimo kabely)	Hala 5	23 palet a 45 boxů	8 za den	11 964 229 €	11,964 mm	21 %
Příjem kabelů od dodavatelů	hala 5	63 až 72 palet a boxů	9 za den	9 318 177 €	9,318 mm	16 %

Tab. 19: Předpokládaný vývoz produktů k zákazníkům za rok 2020

zákazník	dopravce	počet europalet	Celková cena vyvážených produktů za rok	Tloušťka toků v nákresu	Podíl z celkového vývozu produktů
Centrální sklad (Oppenweiler)	Bocan	81 za den	34 238 246 €	34,238 mm	76 %
Siemens	Dachser	-	16 996 €	-	0 %
Schneider Electric	Dachser / Schenker	56 za týden	3 882 987 €	3,883 mm	9 %
Murrelektronik Finsko (MEFI)	Dachser	4 za týden	2 785 268 €	2,785 mm	6 %
Přímo k zákazníkovi	Dachser	13 až 14 za den	3 958 283 €	3,958 mm	9 %

Vzhledem k přesunutí výroby 205 na halu 6 bude nejvýhodnější domluvit s dovozcem rozdělení materiálu na zásobu pro halu 3 a pro halu 6 a rovnou tak přivážet materiál v kamionech. Tímto krokem se prakticky vyřeší minimalizace toku materiálu mezi oběma Unit a jediný tok mezi výrobními jednotkami Unit 2 a Unit 1 budou tvořit polotovary, tedy desky plošných spojů, které se osadí na hale 4 a bude se přesunou na halu 6, kde se z nich vyrobí finální produkty. Náčrt toků příjmu materiálu a vývozu produktů je vidět v příloze G.

3.4.2.2 Tok materiálu ve výrobní jednotce 1 (Unit 1)

Tok materiálu pro 2020 jsem navrhnul pro nově plánované rozvržení v Unit 1, jak je vidět v příloze F. Kvůli zvyšování zásob materiálu se výroba z haly 5 kompletně přesune na novou halu 6 a prostory haly 5 se využijí pro sklad kabelů. Vzhledem k výstavbě Lean-Liftu na hale 5 a rozdělení dodávek na Unit 1 a Unit 2 se na hale 5 musí vytvořit i místo pro příjem a kontrolu dodávek. Na halu 6 se přesune sklad pro finální produkty a prostor pro přímé dodávky.

Velikost výrobního skladu (výroby) 204 na hale 6 je odhadnuta na základě maximální kapacity prostor pro tuto výrobu. Společnost předkládá, že s postupným navyšování výrobních linek v této výrobě až do maximální kapacity prostor.

Tok materiálu je opět vyznačen podle barevného rozdělení skladů a je v příloze H. Pro halu 1 a 2 je tok sjednocen a vyznačem pouze k prvnímu výrobnímu skladu 204, jedná se však o velikosti toku pro výrobu 204 jak na hale 1 tak i na hale 2. Výrobní sklad 50 (kartony) není v náčrtu vyznačem, jelikož se jedná o jednu polici v hale 5 (sklad 60 - kabely), která je zaplněna kartony. Vyznačen není ani tok z tohoto výrobního skladu, ale je sjednocen s tokem ze skladu 60, protože mají stejný směr.

Tab. 20: Předpokládaný tok materiálu v Unit 1 v roce 2020

Odkud (sklad či příjem)	Kam (sklad)	Peněžní objem za rok	Tloušťka toků v nákresu	Počet pohybů za rok
Lean-Lift H5	204 (H1, 2)	11 546 687 €	11,547 mm	151 657
Příjem materiálu	204 (H1, 2)	3 251 110 €	3,251 mm	45 895
50	204 (H1, 2)	64 497 €	7,784 mm	48 726
60	204 (H1,2)	7 719 350 €		224 729
Lean-Lift H5	204 (H6)	2 402 633 €	2,403 mm	26 645
Lean-Lift H5	205	5 590 621 €	5,591 mm	3856
Příjem materiálu	204 (H6)	1 931 215 €	1,931 mm	176 843
Příjem materiálu	205	2 039 759 €	2,040 mm	11 508
50	204 (H6)	13 420 €	1,620 mm	8 561
60	204 (H6)	1 606 241 €		39 483

Ukázka rozdělení materiálu na halu 6 a halu 1, 2 pro výrobu 204 je v příloze I.

Zda se z technologického hlediska vyplatí společnosti využívat systém Lean-Lift jsem provedl analýzu z počtu pohybů materiálu. Systém Lean-Lift je omezen pouze jedním výdejním místem a výdej jednoho materiálu trvá 30 sekund. Počet pohybů za rok jsem tedy převedl na počet pohybů za den a vydělením s počtem sekund jednoho pracovního dne jsem získal průměrnou dobu na výdej jednoho materiálu v roce 2020.

Tab. 21: Předpokládaný počet pohybů u Lean-Liftu na hale 5 v roce 2020

Odkud (sklad či příjem)	Kam (sklad)	Počet pohybů za rok	Počet pohybů za den
Lean-Lift H5	204	320 944	1 310
Lean-Lift H5	205	6 941	29
Celkem		327 885	1 339

Společnost využívá dvousměnný pracovní provoz, proto je počet pracovních hodin za den 15. Počet pracovních hodin jsem převedl na vteřiny a vydělením celkovým počtem pohybů za den jsem zjistil maximální čas, který bude mezi jednotlivými pohyby z Lean-Liftu.

$$t_{max} = \frac{15 * 60 * 60}{1339} = 40,33 \text{ sekund} \quad (8)$$

3.4.2.3 Tok materiálu ve výrobní jednotce 2 (Unit 2)

Předpokládané rozvržení Unit 2 v roce 2020 je v příloze J. Místo skladu 1 000 bude skladový systém Lean-Lift, který bude zásobovat pouze Unit 2. Jelikož Lean-Lift je skladová věž, tak zabere přibližně čtvrtinu původních prostor skladu a část zbylého místa se využije pro rozšíření výroby a to konkrétně výroby transformátorů (výrobní sklad 300). Další část původního skladu 1 000 se využije pro rozšíření skladu pro kartony a plechy (sklad 31 a 50). Na hale 4 se po přesunutí výroby 205 na halu 6 počítá s rozšířením prostor pro již stávající výroby. Počítá se i se zvýšením počtu finálních produktů a tento prostor je pro rok 2020 zvětšen na úkor skladu 50 a 31, který se ale nově rozšíří o prostory skladu 1 000. Velikost toků materiálu jsem opět spočítal na základě analýzy pro rok 2015 a předpokládaným každoročním zvyšováním o 12,5 %.

Tab. 22: Předpokládaný tok materiálu v Unit 2 v roce 2020

Odkud (sklad či příjem)	Kam (sklad)	Peněžní objem za rok	Tloušťka toků v nákresu	Počet pohybů za rok
Lean-Lift H3	220	6 218 423 €	6,218 mm	79 535
Lean-Lift H3	221	551 918 €	0,552 mm	5 105
Lean-Lift H3	274	1 660 641 €	1,661 mm	9 618
Lean-Lift H3	275	2 599 449 €	2,559 mm	7 652
Lean-Lift H3	300	1 599 858 €	1,600 mm	40 892
Lean-Lift H3	510	65 565 €	0,500 mm	127
Lean-Lift H3	520	160 250 €		661
50	300	294 184 €	1,557 mm	8 811
31	300	1 262 367 €		5 363
41	300	377 805 €	0,500 mm	13 649
90	90	9 312 827 €	9,313 mm	243 827
220	220	1 610 412 €	1,610 mm	2 924
221	221	576 120 €	0,576 mm	8 918
275	275	279 878 €	0,500 mm	1 601
276	276	1 965 357 €	1,965 mm	1 038
300	300	363 355 €	0,500 mm	385
510	510	280 354 €	0,500 mm	8 259
520	520	34 €		8

Pro určení, zda se vyplatí i zde systém Lean-Lift, jsem přepočítal veškeré pohyby za rok na pohyby za den a podle stejného vzorce (8) jsem i zde zjistil maximální čas pro výdej z Lean-Liftu.

Tab. 23: Předpokládaný počet pohybů u Lean-Liftu na hale 3 v roce 2020

Odkud (sklad či příjem)	Kam (sklad)	Počet pohybů za rok	Počet pohybů za den
Lean-Lift H3	220	143 163	585
Lean-Lift H3	221	9 189	38
Lean-Lift H3	274	17 312	70

Lean-Lift H3	275	13 774	56
Lean-Lift H3	300	73 606	301
Lean-Lift H3	510	229	2
Lean-Lift H3	520	1 190	5
Celkem		258 462	1 057

$$t_{max} = \frac{15 * 60 * 60}{1057} = 51,09 \text{ sekund} \quad (9)$$

3.5 Zhodnocení – doporučení pro praxi

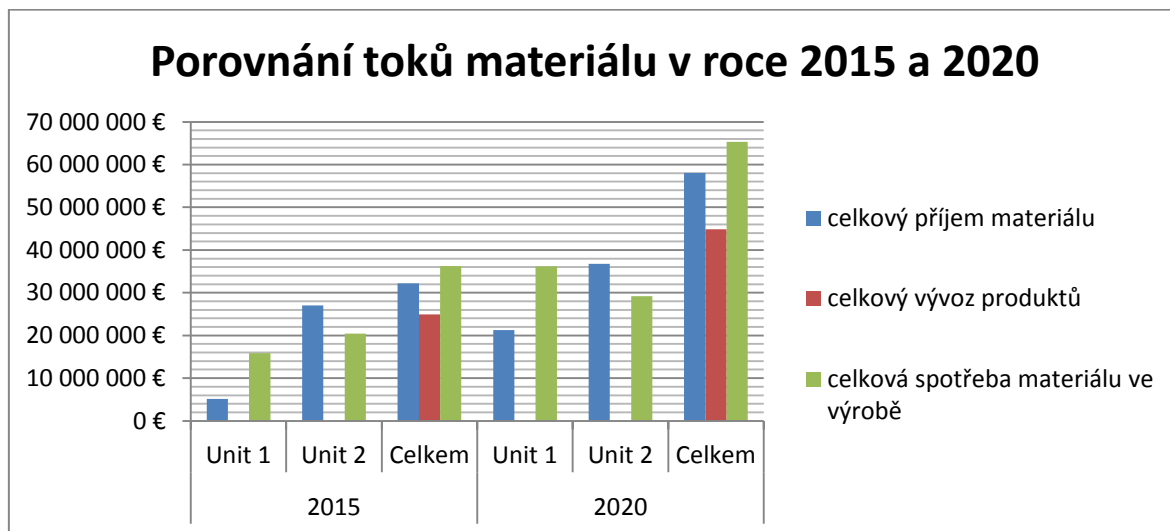
Cílem této případové studie bylo zanalyzovat současný stav toku materiálu ve společnosti Murr CZ spol s r. o. za rok 2015 a navrhnout předpokládaný tok v roce 2020 s novou výrobní halou 6. Dalším krokem bylo minimalizovat toky materiálu mezi Unit 1 a Unit 2. Jako poslední úkol bylo zjistit, zda se společnosti vyplatí využít systém Lean-Lift z hlediska splnění minimálního času (30 sekund) na jeden pohyb (vlození či výběr) v systému Lean-Lift.

Při pohledu na srovnání celkových toků materiálu v *Tab. 24* je patrné, že příjem materiálu je mnohem větší než vývoz produktů. Je to způsobeno tím, že při filtrování z programu SAP jsem filtroval peněžní objemy u vývozu za cenu materiálu a ne za cenu konečného produktu. Peněžní objem vývozu produktů je tak dán peněžním objemem za materiály, ze kterých se konečné produkty zhotovují a od toho jsou ještě odečteny špatně vyrobené produkty a odpadní části materiálu při výrobě. Při porovnání peněžního objemu celkového příjmu materiálu a spotřeby materiálu ve výrobě zde opět vychází, že se ve společnosti spotřebuje víc materiálu než je dovezen. Tato odchylka je způsobena při filtrování dat ze SAPu, jelikož data pro tyto analýzy jsem získával z různých transakcí, a tudíž tam program mohl počítat s trochu jinými daty, či je počítat dvakrát. Společnost o této chybě věděla a vzhledem k tomu, že se jedná o předběžné návrhy a další analýzy to nijak zásadně neovlivní, tak z těchto dat vycházela dále pro další analýzy a návrhy.

Tab. 24: Porovnání toku materiálu v roce 2015 a předpokládaného toku materiálu v roce 2020

	2015			2020		
	Unit 1	Unit 2	Celkem	Unit 1	Unit 2	Celkem
Celkový příjem materiálu	5 170 926 €	27 049 489 €	32 220 415 €	21 282 406 €	36 779 828 €	58 062 234 €
Celkový vývoz produktů	-	-	24 906 210 €	-	-	44 881 780 €
Celková spotřeba materiálu ve výrobě	15 834 983 €	20 426 478 €	36 261 462 €	36 165 534 €	29 178 797 €	65 344 331 €

V grafickém porovnání je vidět, jak se změnil příjem materiálu v Unit 1 a Unit 2 v roce 2020 či celková spotřeba materiálu po přesunutí výroby 205 z Unit 2 do Unit 1. Údaje o vývozu jsou vynechány, jelikož zanalyzovat podíly mezi Unit 1 a Unit 2 u přímých vývozů k zákazníkům jsou složité a časově náročné.



Obr. 20: Grafické porovnání toků materiálu v roce 2015 a 2020

Jako další cíl bylo minimalizovat toky materiálu mezi Unit 1 a Unit 2. Při pohledu na přílohu C a přílohu G je vidět, že se tento problém vyřeší pomocí systému Lean-Lift, kde potřebný surový materiál pro výrobu v Unit 1 bude dopraven přímo od dodavatele na halu 5 do Lean-Liftu. Jediný tok, který zůstane mezi Unit 1 a Unit 2 budou polotovary a to

přesně desky plošných spojů, které se osadí na hale 4 a dále se budou zpracovávat na hale 6.

Z hlediska Lean-Liftu bylo dalším cílem zjistit, zda je vůbec z časových důvodů stíhat výběry z Lean-Liftu. Minimální doba pro výdej materiálu z jedné police je 30 vteřin, jedná se o dobu od zadání kódu materiálu až po vyjetí police u výdejního místa. Analýzu jsem provedl pro materiál, který půjde do Lean-Liftu pro obě Unit, zároveň jsem tento výpočet provedl pro kritickou hodnotu. To znamená, že počet pohybů za rok 2015 jsem zvýšil o 12,5 % každý rok až do roku 2020 a následně jsem vypočítal maximální čas, který by byl potřeba pro daný počet pohybů za jeden den. Kritická hodnota je to proto, že počet pohybů se nemusí zvětšovat souměrně o 12,5 % jako zvyšování materiálu, spotřeby apod., ale může se zvětšit množství materiálu, které se vybírá. To je také pravděpodobnější varianta vzhledem k předpokládanému zvětšování výrobních prostor a tím i zvyšování počtu výrobních linek. Pro Unit 1 vyšla maximální doba pro jednotlivé pohyby za den 40,33 vteřin (8), to znamená, že Lean-Lift plně vyhovuje a během výběrů by měl mít Lean-Lift rezervu 10,33 vteřin. Vzhledem k tomu, že se jedná o kritickou hodnotu počtu pohybů, tak je velice pravděpodobné, že počet pohybů bude mnohem menší a doba pro jednotlivé pohyby se zvětší a tím pádem Lean-Lift bude mít rezervy i do dalších let. Pro Unit 2 vyšla maximální doba mezi pohyby 51,09 vteřin a rezerva bude tedy 21,09 vteřin (9).

Lean-Lift a plánované rozdělení výroby pro rok 2020 společnosti doporučuji z hlediska optimalizace toku materiálu, jelikož i z hlediska času bude vychystání materiálu z Lean-Liftu rychlejší než současná situace, kdy je materiál ve dvou velkých místnostech a ve dvou patrech. Jedná se sice o investici do budoucna, ale s předpokládaným růstem výrobního závodu je to investice nevyhnutelná.

Závěr

Diplomová práce je zaměřena na optimalizaci toku materiálu v elektrotechnické výrobě. V teoretické části je popsáno co vlastně vyjadřuje pojem „tok materiálu“ a proč je dobré jej optimalizovat. Ve druhé části jsou popsány metody a nástroje, které jsou rozděleny na dvě skupiny a to na metody a nástroje pro určení velikosti toku materiálu a na metody a nástroje pro správu a řízení toku materiálu. U metod pro určení velikosti toku materiálu je uvedena přehledná tabulka se srovnáním výhod a nevýhod těchto metod.

Ve třetí části je případová studie, která se zabývá optimalizací toku materiálu v elektrotechnické výrobě Murr CZ s. r. o. ve Stodě. V první kapitole případové studie jsou obecné informace o společnosti, co společnost vyrábí či jaký má obrat. Ve druhé kapitole jsou popsány problémy a to velký tok materiálu mezi Unit 1 a Unit 2, návrh předpokládaného toku materiálu v roce 2020 a analýza zda se vyplatí systém Lean-Lift z hlediska pohybů materiálu. Ve třetí kapitole je popsán současný stav toku materiálu ve společnosti. Je zde rozdělení společnosti na dvě výrobní jednotky, rozdělení a náčrt skladů. Tok materiál současného stavu je poté vyobrazen pomocí Sankeyho diagramu a to z pohledu příjmu materiálů a vývozu produktů z výrobního závodu a poté z pohledu toků v obou výrobních jednotkách (Unit). Ve čtvrté kapitole je vlastní návrh toků materiálu v roce 2020 opět za pomoci Sankeyho diagramu pro příjem a vývoz a pro toky materiálu v jednotlivých výrobních jednotkách. Dále je zde analýza systému Lean-lift, zda se společnosti vyplatí z technologického i v roce 2020 vzhledem k předpokládanému nárůstu výroby, zásob adpod. V poslední části je zhodnocení všech analýz a návrhů v případové studii.

Vzhledem k tomu, že společnost využívá metody pro správu a řízení toku materiálu (Kanban) a pracoviště mají pevně rozmístěny, tak mým úkolem bylo pomocí Sankeyho diagramu analyzovat stávající stav a navrhnout budoucí stav s novou halou 6 a přesunutou výrobou. I přes využití pouze jedné metody, bylo z diagramů jasně vidět, kde jsou největší problémy s tokem. Díky výstavbě nové výrobní haly a přesunutím výroby se zoptimalizovaly toky mezi výrobními jednotkami. Společnost měla původně v plánu kupovat pouze jeden Lean-Lift na halu 5, ale po dalších analýzách na základě předpokládaného toku materiálu pro rok 2020 se společnost rozhodla pro další Lean-Lift a to na halu 3. I když se tedy jedná pouze o návrh optimalizace a výsledek je pouze

předpokládaný, tak bych doporučoval využívat metody a nástroje pro optimalizaci toku materiálu, jelikož se tím dá zefektivnit výroba a ušetřit peníze, které se mohou dále investovat do rozvoje společnosti.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. *Výrobní a logistické systémy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2009, 222 s. ISBN 978-807-0434-161.
- [2] PEKARČÍKOVÁ, Miriam. *Charakteristika a analýza materiálových tokov podniku* [online]. 2010 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/kmae/TaIPvPP/2010/index.files/clanky%20PDF/PEKARCIKOVA.pdf>
- [3] KOŠTURIAK, Ján, Milan GREGOR, Branislav MIČIETKA a Józef MATUSZEK. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000, 397 s. ISBN 80-710-0553-3.
- [4] CIE-Plzen. *Centre for Industrial Engineering* [online]. Plzeň: CIE-Plzen, 2013, 2015-11-09 [cit. 2015-11-09]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/>
- [5] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000, 408 s. Expert (Grada). ISBN 80-716-9955-1.
- [6] KLIMEK, M. *Multimediální výuka projektování výrob*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 58 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Špinka.
- [7] HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem*. Vyd. 4., V Akademickém nakl. CERM 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 164 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
- [8] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2005. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 80-251-0573-3.
- [9] DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. *Výrobní a logistické systémy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-416-3.
- [10] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012, xxi, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [11] Kanban. In: *WhatIs.com: The Tech Dictionary and IT Encyclopedia* [online]. Newton (The United States of America): TechTarget, 2015 [cit. 2016-02-07]. Dostupné z: <http://whatis.techtarget.com/definition/kanban>

Přílohy

Příloha A – Ukázka dat z programu SAP společnosti Murr CZ s. r. o.

B39		Fe Core EI 54/72 DIN41302		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q	
A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q			
1	číslo materiálu	označení materiálu	druh materiálu	hmotnost brutto	hmotnost jednotka	zákl. jednotka pro sap	Disp	EKG	SchGut	Retro-gradní materiál	LORT	FLOrt	Kompf	Meldbeq	SichB	MinLo	objednávací hladiina	objednávací zásoba	pojistná zásoba	min objednávací množství	balící množství	Rundungswel													
2	Material	Materialkurztext	MARt	Bruttu	Eh	BME	Disp	EKG	SchGut	R	LORT	FLOrt	Kompf	Meldbeq	SichB	MinLo	objednávací hladiina	objednávací zásoba	pojistná zásoba	min objednávací množství	balící množství	Rundungswel													
3	2323000000	Alu Blech 3mm ALMG 3*1000*2000 i.H	ROH	16.200,000	G	ST	17E	17E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
4	2333000000	Winkelprofil AL.MG.SI.0.5 35x20x2mm i.H	ROH	1,7	G	M	17E	17E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	30	10													
5	2355000000	KUPFERSCHIENE 10X3 NLS-CU i.H	ROH	0	G	M	38E	38E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
6	3867251005	Glashartgewebe s=1,0 Temp.130°C / UL 94	ROH	2.333,000	G	ST	37E	37E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
7	7501066130	Fe Core EI 66 DIN41302 V 530-50A	ROH	10,7	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
8	7501078010	Fe Core EI 78 DIN41302 VM111-35N	ROH	0,011	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
9	7501078090	FE CORE EI78 DIN41302 V330-50 A	ROH	15	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
10	7501078130	Fe Core EI 78 DIN41302 M530-50A	ROH	15	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
11	7501078131	Fe Core WEI 78 M530-50A	ROH	15,1	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
12	7501084010	Fe Core EI 84 DIN41302 VM111-35N	ROH	0,18	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
13	7501084090	Fe Core EI 84 DIN41302 M330-50A	ROH	0,19	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
14	7501084110	Fe Core EI 84 DIN41302 V400-50A	ROH	0,19	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
15	7501084130	Fe Core EI 84 DIN41302 M530-50A	ROH	17,6	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
16	7501096090	Fe Core EI 96 DIN41302 V330-50A	ROH	23	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
17	7501096130	Fe Core EI 96 DIN41302 V530-50A	ROH	23	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
18	7501105010	Fe Core EI 105 DIN41302 M111-35N	ROH	32,8	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
19	7501105090	Fe Core EI 105 DIN41302 M330-50A	ROH	27,5	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
20	7501105130	Fe Core EI 105 DIN41302 V530-50A	ROH	27,5	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
21	7501120010	Fe Core EI 120 DIN41302 VM111-35N	ROH	2,4	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
22	7501120090	Fe Core EI 120 DIN41302 V330-50A	ROH	35,8	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
23	7501120110	Fe Core EI 120 DIN41302 M400-50A	ROH	35,93	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
24	7501120130	Fe Core EI 120 DIN41302 M530-50A	ROH	35,8	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
25	7501135010	Fe Core EI 135 VM111-35N	ROH	31	G	ST	37E	37E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
26	7501135090	Fe Core EI 135 DIN41302 V330-50 A	ROH	45,4	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
27	7501135130	Fe Core EI 135 DIN41302 V530-50 A	ROH	45,4	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
28	7501150010	Fe Core EI 150N DIN41302 VM111-35N	ROH	39,2	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
29	7501150050	Fe Core EI 150N DIN41302 V330-50A	ROH	56	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													
30	7501150130	Fe Core EI 150N DIN41302 M530-50A	ROH	56	G	ST	16E	16E			1	31	31		0	0	0	0	0	0	0	0													

Příloha B – Rozvržení výrobního závodu s vyznačenými sklady v roce 2015

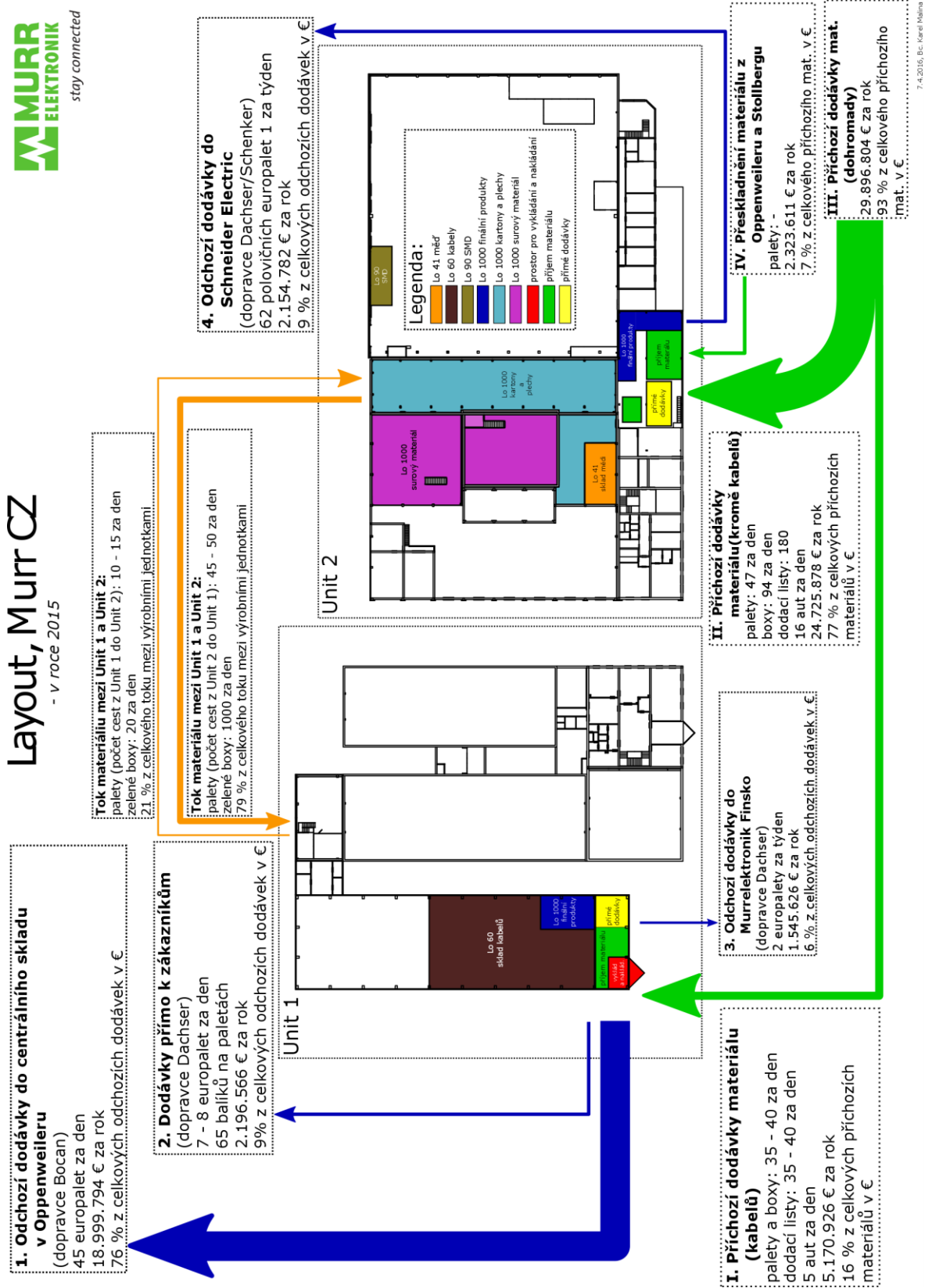


Layout, Murr CZ
- v roce 2015



7.4.2016, Bc. Karel Malina

Příloha C – Toky materiálu příjmu a vývozu výrobního závodu v roce 2015



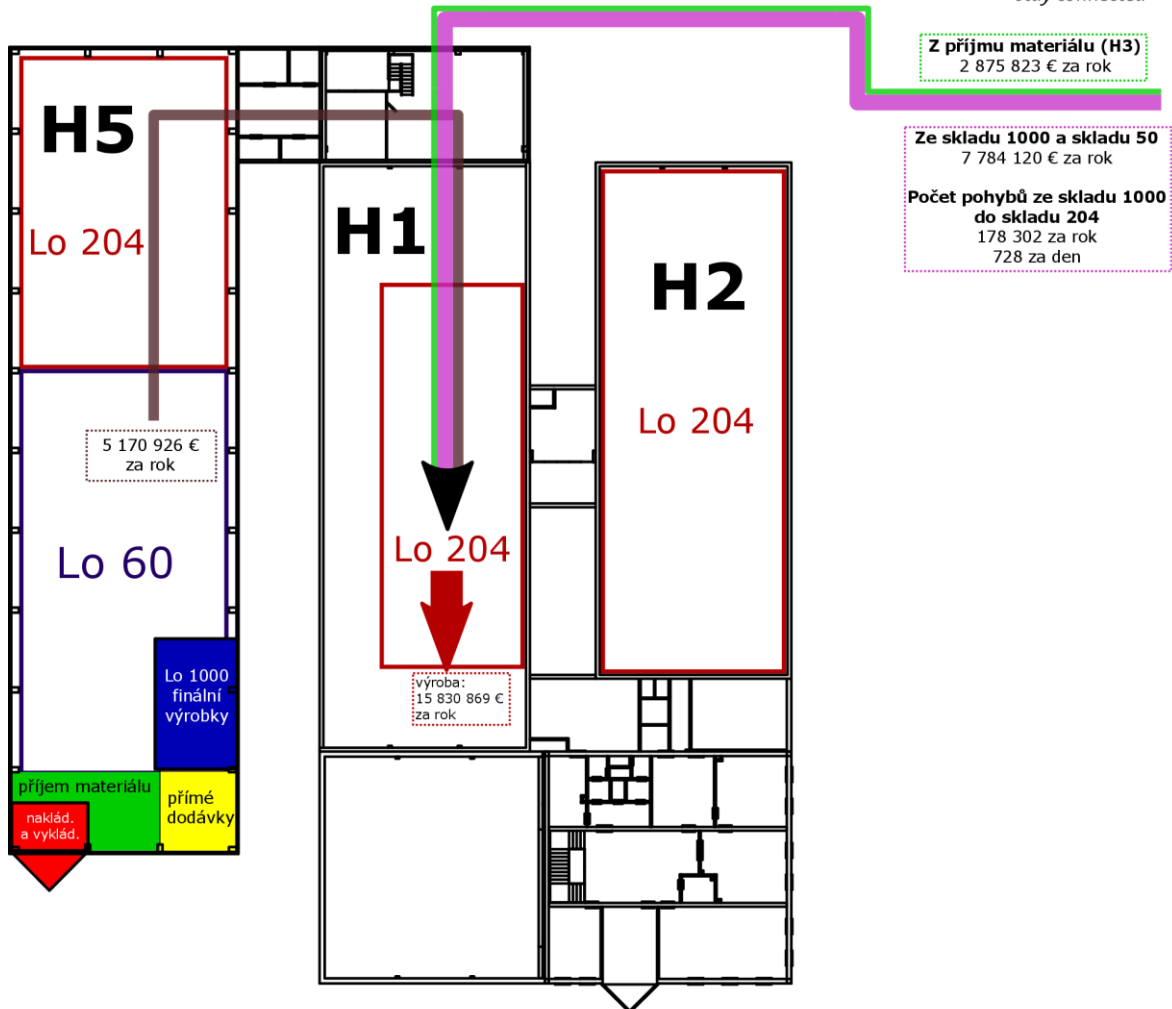
Příloha D – Tok materiálu v Unit 1 v roce 2015

Layout, Murr CZ

- v roce 2015, Unit 1



stay connected



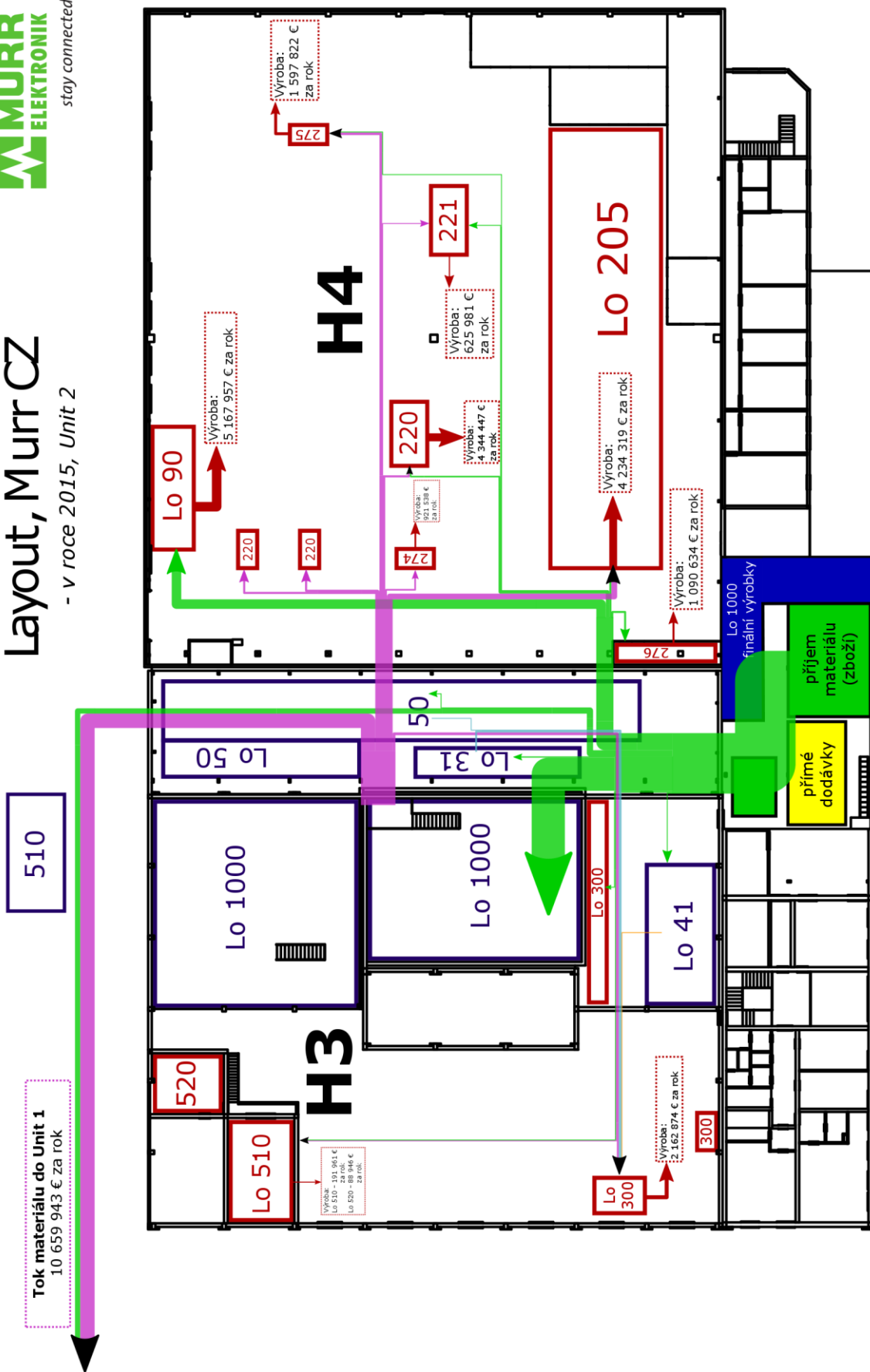
18.4.2015 Bc. Karel Malina

Příloha E – Tok materiálu v Unit 2 v roce 2015



Layout, Murr CZ

- v roce 2015, Unit 2



18.4.2015 Bc. Karel Malina

Příloha F – Rozvržení výrobního závodu s vyznačenými sklady v roce 2020

Layout, Murr CZ
- v roce 2020

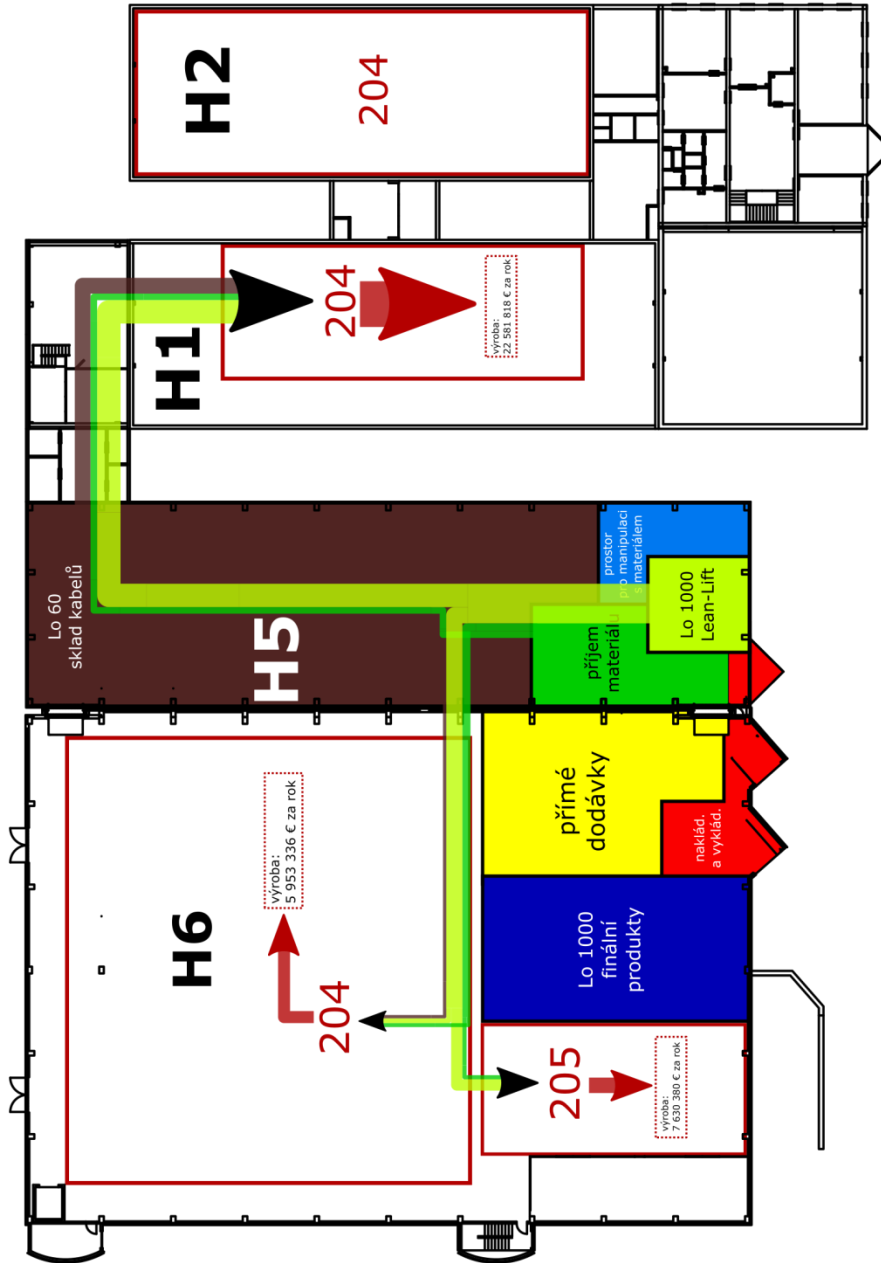


2014, 2015, Bc. Karel Malina

Příloha H – Předpokládaný tok materiálu v Unit 1 v roce 2020



Layout, Murr CZ
- v roce 2020, Unit 1



1.5.2016, Bc. Karel Malina

Příloha I – Ukázka rozdělení materiálu pro halu 6

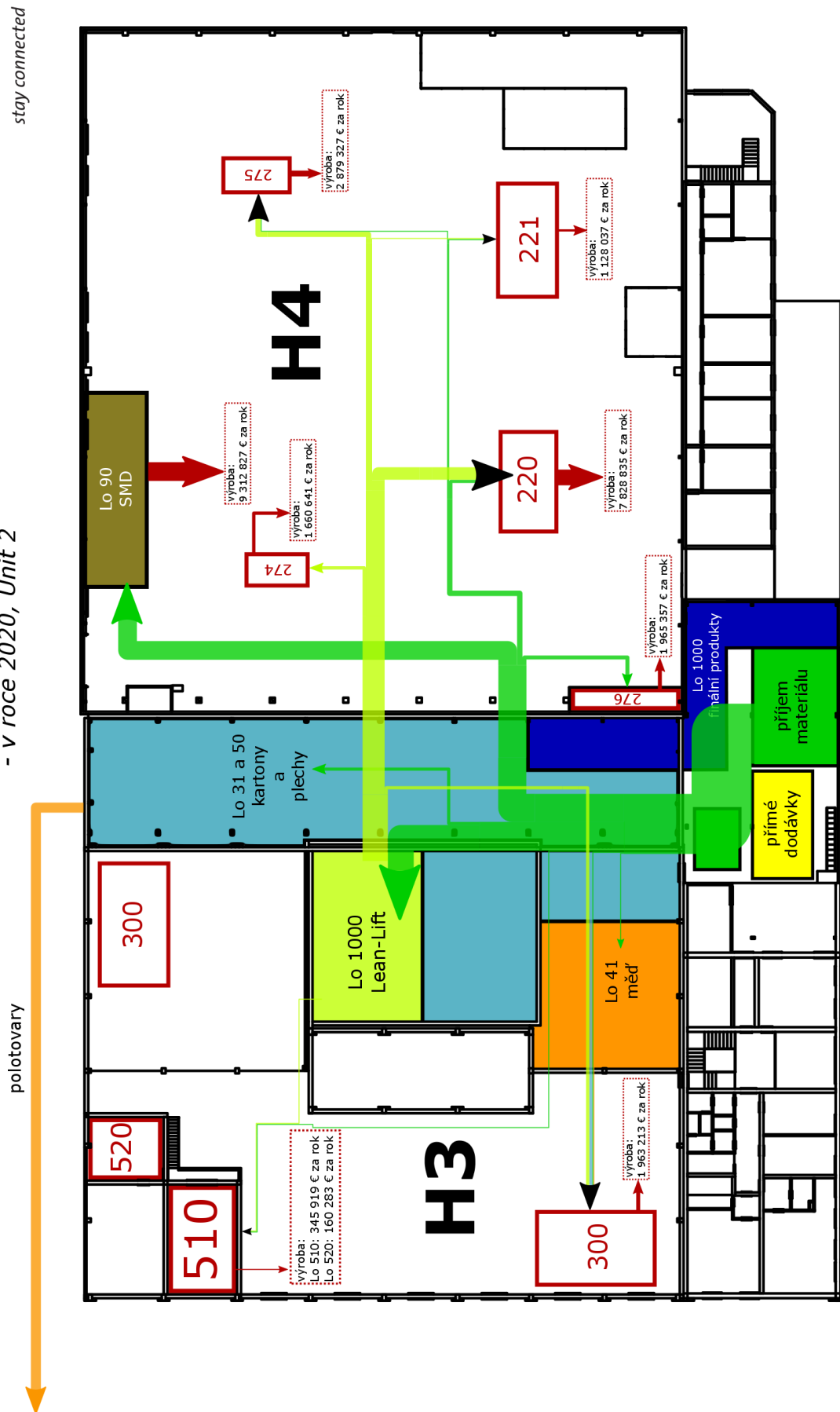
materiály po skladech - Excel (Aktivace produktu se nedaří)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	Materiál	Kráč text materiálu	DrMa	Brutto	Jd	ZMJ	SKN	SypMat	R	SH	ESK	ZmetKom	ObjHladí	PojZás	MinVedZ	ZaokHodn							
2	10052406	KT Steckhülse 7/8"	ROH	0,14 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	64.174,00	32.345,00	30.000,00	5.000,000							
3	10052480	K-M12-M1-CR-0,25/0,5	ROH	0,128 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	130.000,00	75.000,00	10.500,000	10.500,000							
4	10052493	K-7/8"-F-2-CR-1,0/L5	ROH	0,3 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	50.000,00	18.000,00	10.000,000	10.000,000							
5	10052950	SC-R-M12-F-GDNI-SW13	ROH	4,1 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	1	110.000,00	45.000,00	200.000,00	3.000,000							
6	10052951	SC-R-M12-M-GDNI-SW13	ROH	4,3 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	1	1.206.847,00	62.753,00	0	2.500,000							
7	10052960	K-M12-F-1-CR-0,25/0,5	ROH	0,1 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	0	200.000,00	0	16.000,000							
8	10052966	SC-R-M12-M-A2-SW13	ROH	5,5 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	1.500,000	0	0	0							
9	10052970	SC-R-M12-F-A4-SW13	ROH	5,5 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	0	0	0	0							
10	10056080	SC-SF-MSUD-M3x31-STVZ-Kombi	ROH	1,7 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	3	517.583,00	114.788,00	0	0							
11	10056088	SC-SF-MSUD-M3x26-STVZ-Kombi	ROH	1,4 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	34.908,00	7.290,000	200.000,00	200.000,000							
12	10058434	GEHK-M12-Tulle-ger-PUR	ROH	1,2 G	KS	37K	37K	1	204	1000	1000	0	0	500	5.000,000	1.000,000							
13	10058435	GEHK-M12-Tulle-gev-PUR	ROH	2 G	KS	37K	37K	1	204	1000	1000	0	0	1.100,000	2.500,000	500							
14	10058441	GEHK-M12-Kappe-D4,6-PUR-9004	ROH	0,7 G	KS	37E	37E	1	204	1000	1000	0	0	10.000,000	500								
15	10058442	GEHK-M12-Kappe-D4,6-PUR-9004	ROH	0,7 G	KS	37E	37E	1	204	1000	1000	0	0	500	5.000,000	500							
16	10058443	GEHK-M12-Kappe-D5,2-PUR-9004	ROH	0,7 G	KS	37E	37E	1	204	1000	1000	0	0	10.000,000	500								
17	10058445	GEHK-M12-Kappe-D5,8-PUR-9004	ROH	0,7 G	KS	37E	37E	1	204	1000	1000	0	0	20.000,000	1.000,000								
18	10058446	GEHK-M12-Kappe-D6,4-PUR-9004	ROH	0,7 G	KS	37E	37E	1	204	1000	1000	0	1.000,000	500	5.000,000	1.000,000							
19	10058702	GEHK-M12-Kappe-D6,8-PUR-9004	ROH	0,7 G	KS	37E	37E	1	204	1000	1000	0	1.500,000	500	0	0							
20	10058829	KT-7/8"-Fu-5p-9005-CR	ROH	1 G	KS	16E	16E	1	204	1000	1000	1	10.125,000	2.021,000	500	10							
21	10058976	GEHK-7/8"-Kappe-07,2-D9,7-PUR-9004	ROH	1 G	KS	37E	37E	1	204	1000	1000	0	15.000,000	5.000,000	5.000,000	0							
22	10058994	GEHK-7/8"-Tulle-ger-PUR-9004	ROH	1,9 G	KS	37E	37E	1	204	1000	1000	0	11.000,000	5.500,000	5.000,000	0							
23	10063021	Tulle gerade V4A M12 Verguss Steel NVT	ROH	3,3 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	4.375,000	1.055,000	0	0							
24	10063022	SC-R-M12-M-A4-SW13	ROH	5,8 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	2.200,000	500	0	0							
25	10063023	SC-R-M12-F-A4-SW13	ROH	5,6 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	2.128,000	1.037,000	0	0							
26	10063052	K-M12-M1-CR-0,25/0,5	ROH	0,128 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	85.000,000	35.000,000	10.900,000	10.900,000							
27	10063053	K-7/8"-W1-1,97-CR-0,34/0,5	ROH	0,29 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	1.500,000	500	0	0							
28	10063064	SC-R-M12-F-A2-SW13	ROH	5,3 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	462	280	0	0							
29	10063076	K-M12-M-0,8-CR-0,25/0,34	ROH	0,1 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	13	0	33.000,000	0	0							
30	10063077	K-M12-F-0,8-CR-0,25/0,34	ROH	0,1 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	5	0	80.000,000	0	0							
31	10063146	SC-R-7/8"-F-GDNI-SW22	ROH	4,2 G	KS	16E	16E	1	204	1000	1000	0	10.995,000	2.010,000	1.000,000	10							
32	10063214	K-M12-M-0,8-CR-0,5	ROH	0,1 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	0	4.000,000	0	0							
33	10063215	K-M12-F-0,8-CR-0,5	ROH	0,1 G	KS	17E	17E	1	204	1000	1000	0	0	2.000,000	2.000,000	1							
34	10063216	ISOLIERSCHAUCH H WEISS D11,5MM STO	ROH	3,3 G	CM	16E	16E	1	204	1000	1000	0	0	4.500,000	0	20.000,000							
35	10081368	einfarb.PVC-Verdraht.-Itng SCHWARZ 0,5mm²	ROH	0,023 G	CM	95E	95E	1	204	1000	1000	0	0	30.000,000	0	0							
36	10081372	zweifarb.PVC-Verdraht.-Itng WS/BL0,5mm²	ROH	0,023 G	CM	95E	95E	1	204	1000	1000	0	0	0	0	0							
37	10081373	PUR-Spiralkabel swx20,75D=5,0 500mm²	ROH	78 G	KS	95E	95E	1	204	1000	1000	0	0	100	100	50							
38	10081374	einfarb. PVC-Verdraht.-Leitung ROT 0,5mm²	ROH	0,023 G	CM	95E	95E	1	204	1000	1000	0	0	0	0	0							
39	10081376	zweifarb.PVC-Verdraht.-Itng RT/SW 0,5mm²	ROH	0,023 G	CM	95E	95E	1	204	1000	1000	0	0	0	0	0							

Příloha J – Předpokládaný tok materiálu v Unit 2 v roce 2020



Layout, Murr CZ
- v roce 2020, Unit 2



2.5.2016, Bc. Karel Malina