

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra technologií a měření**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Zlepšování procesů ve výrobním podniku**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2017/2018

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

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej KOUBA**  
Osobní číslo: **E16N0012P**  
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**  
Název tématu: **Zlepšování procesů ve výrobním podniku**  
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 :

1. Popište metody a nástroje pro optimalizaci výrobních procesů
2. Analyzujte současný stav výrobního procesu v konkrétní elektrotechnické firmě
3. Aplikujte vybrané optimalizační metodiky a nástroje na toto pracoviště
4. Zhodnoťte očekávaný přínos navržených opatření

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

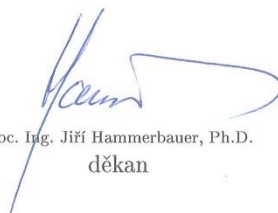
Seznam odborné literatury:

1. GEORGE, L., M.: Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity. Brno: SC&C Partner, 2010. ISBN 978-80-904099-2-7
2. KEŘKOVSKÝ, M., MAŠÍN, I.: Moderní přístupy k řízení výroby: programy a metody pro eliminaci plýtvání. Praha: C.H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2
3. HIROYUKI, H.: 5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště. Brno: SC&C Partner, 2009. ISBN 978-80-904099-1-0
4. MASAÁKI, I.: Gemba Kaizen-Řízení a zlepšování kvality na pracovišti. Praha: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0850-3
5. Internetové zdroje


Vedoucí diplomové práce: Ing. Tomáš Řeřicha, Ph.D.  
Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce: 10. října 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 24. května 2018

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



  
Doc. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 10. října 2017

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na zlepšení procesů ve výrobním podniku. Teoretická část se zabývá výrobou, jejím členěním a řízením. Dále popisuje metody a nástroje využívané při optimalizaci výrobních procesů. V praktické části je popsána analýza výroby z pohledu mapování hodnotového toku a měření spotřeby času. Na základě výsledků analýzy je navržen nový layout střediska, který je zaměřen na úsporu plochy, eliminaci plýtvání a optimalizaci pracovišť. Nakonec je popsáno zhodnocení očekávaného přínosu navržených opatření.

## **Klíčová slova**

Výroba, optimalizace, metody, nástroje, štíhlá výroba, mapování hodnotového toku, měření spotřeby času, plýtvání, layout, ergonomie

**Abstract**

This diploma thesis is focused on process improvement in production company. The theoretical part deals with production, its phases and management. Furthermore, methods and tools used during the optimization process are described. The practical part consists of analysis of the production from the point of view of value stream mapping and time consumption measurement. Based on the results of the analysis, a new layout of the manufacturing area is presented, which focuses on space saving, elimination of waste and optimization of workplaces. Evaluation of the expected benefits originating from the proposed improvement is the last part of the thesis.

**Key words**

Production, optimization, methods, tools, lean production, value stream mapping, time consumption measurement, waste, layout, ergonomics

## **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 18.5.2018

Bc. Ondřej Kouba

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Tomáši Řeřichovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále bych rád poděkoval zaměstnancům společnosti Engel strojírenská spol. s r.o. za ochotné jednání a poskytnutí potřebných materiálů a informací k této práci.

Poděkování patří rovněž mé rodině za podporu během studia, trpělivost a tvorbu potřebného zázemí.

## Obsah

<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>10</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>12</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>13</b>
<b>1 VÝROBA A JEJÍ ŘÍZENÍ .....</b>	<b>13</b>
1.1 DEFINICE VÝROBY .....	13
1.2 ČLENĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU .....	14
1.3 METODY ŘÍZENÍ.....	15
<b>2 OPTIMALIZACE VÝROBNÍCH PROCESŮ .....</b>	<b>17</b>
2.1 METODY ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ .....	17
2.1.1 <i>Business Process Reengineering - BPR</i> .....	17
2.1.2 <i>Total Quality Management - TQM</i> .....	20
2.1.3 <i>Six Sigma</i> .....	22
2.1.4 <i>Lean production</i> .....	26
2.1.5 <i>Theory of Constraints – TOC</i> .....	28
2.1.6 <i>Kaizen</i> .....	31
2.2 NÁSTROJE ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ .....	33
2.2.1 <i>Nástroje kvality</i> .....	33
2.2.2 <i>Value Stream Mapping - VSM</i> .....	38
2.2.3 <i>Just in Time - JIT</i> .....	38
2.2.4 <i>Kanban</i> .....	38
2.2.5 <i>5S</i> .....	39
2.2.6 <i>Poka-Yoke</i> .....	39
2.2.7 <i>Analýza pracoviště</i> .....	39
2.2.8 <i>Optimalizace pracoviště</i> .....	40
<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>41</b>
<b>3 SPOLEČNOST ENGEL.....</b>	<b>41</b>
3.1 ENGEL STROJÍRENSKÁ SPOL. S R.O.....	42
3.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA ENGEL STROJÍRENSKÁ SPOL. S R.O. ....	43
<b>4 STŘEDISKO KLV .....</b>	<b>44</b>
4.1 POPIS PRODUKTŮ .....	45
4.2 PRODUKCE JEDNOTLIVÝCH PRODUKTŮ .....	48
4.3 SOUČASNÝ STAV STŘEDISKA KLV .....	48
<b>5 ANALÝZA VÝROBNÍCH PROCESŮ .....</b>	<b>51</b>
5.1 MONTÁŽ XL10.....	51
5.2 MONTÁŽ XL11 .....	55
5.3 MONTÁŽ XL12.....	57



<b>6</b>	<b>NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ</b> .....	<b>59</b>
6.1	VÝPOČET POTŘEBNÝCH PRACOVÍŠŤ.....	59
6.2	NÁVRH LAYOUTU STŘEDISKA.....	59
6.3	NÁVRH PRACOVÍŠŤ.....	62
6.4	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....	64
6.5	STANOVENÍ NÁKLADŮ NA INVESTICI.....	65
<b>7</b>	<b>ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ</b> .....	<b>67</b>
7.1	ÚSPORA MÍSTA.....	67
7.2	OPTIMALIZACE TISKU.....	67
7.3	ERGONOMIE A VYBAVENÍ PRACOVÍŠŤ.....	67
7.4	ZAVEDENÍ 5S.....	68
7.5	REDUKCE PLYTVÁNÍ.....	69
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>72</b>
	<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>74</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>79</b>

## Seznam symbolů a zkratk

kN.....	Jednotka síly
m <sup>2</sup> .....	Jednotka obsahu
mm.....	Jednotka délky
μ.....	Střední hodnota
σ.....	Směrodatná odchylka
5FS.....	Five Focusing Steps - princip pěti kroků
5S.....	Nástroj štíhlé výroby
7QC.....	Sedm základních nástrojů zlepšování kvality
BPR.....	Business Process Reengineering - reengineering podnikových procesů
CL.....	Střední hodnota
CRT.....	Current Reality Tree - strom současné reality
DMAIC.....	Model zlepšování
DPMO.....	Defects Per Million Opportunities - počet defektů na milion příležitostí ke vzniku vady
DPU.....	Defects Per Unit - počet vad na jednotku
D-sub.....	Konektor
EC.....	Evaporating Cloud - diagram konfliktu
EMS.....	Elektromontage Schwertberg – středisko montáže rozvaděčových skříní pro závod ve Schwertbergu
FMEA.....	Analýza příčin vad a jejich důsledků
FRT.....	Future Reality Tree - strom budoucí reality
ISO.....	International Organization for Standardization - mezinárodní organizace pro normalizaci
JIT.....	Just In Time
KLV.....	Kleineverteiler – středisko montáže menších rozvaděčových skříní
LSL.....	Dolní toleranční mez
LT.....	Lead Time - průběžná doba výroby
LVL.....	Dolní regulační mez
MIT.....	Massachusettský technologický institut
MTM-MEK.....	Metoda předem stanovených časů
NVA Time.....	Non Value Added Time - nepřidaná hodnota výrobku

PC.....	Osobní počítač
PDCA.....	Model zlepšování
PPM .....	Parts Per Million Defective - počet chybných kusů na jeden milion jich dodaných
PRT .....	Prerequisite Tree - strom předpokladů
RJ45 .....	Datový konektor
SMED .....	Single Minute Exchange of Dies - výměna nástroje během jedné minuty
TA .....	Throughput Accounting - průtokové účetnictví
TOC .....	Theory of Constraints - teorie omezení
TP.....	Thinking Processes - myšlenkové procesy
TPS.....	Toyota Production System
TQM.....	Total Quality Management - komplexní řízení jakosti
TT.....	Transition Tree - strom přechodu
UCL .....	Horní regulační mez
UDE .....	Undesired Effects - nežádoucí efekty
USL.....	Horní toleranční mez
VA index.....	Value Added Index - index přidané hodnoty
VA Time .....	Value Added Time - přidaná hodnota výrobku
VSM.....	Value Stream Mapping - mapování hodnotového toku
XL5 .....	středisko montáže rozvaděčových skříní pro závod v St. Valentinu
XL10 .....	Označení rozvaděčové skříně
XL11 .....	Označení rozvaděčové skříně
XL12 .....	Označení rozvaděčové skříně
+AS40-XL40 .....	Označení rozvaděčové skříně
+AS50-XL50 .....	Označení rozvaděčové skříně
+F10-XL10 .....	Označení rozvaděčové skříně
+G12-XL12 .....	Označení rozvaděčové skříně

## Úvod

Není pochyb o tom, že na dnešním náročném trhu potřebuje každá společnost zvyšovat svou konkurenceschopnost. Vzhledem k této skutečnosti, všechny podniky potřebují zvyšovat kvalitu svých výrobků, zkracovat dodací lhůty, zlepšovat své služby či zvyšovat svou efektivitu, s čím souvisí i snižování cen za poskytnutí služeb nebo prodej zboží.

Právě optimalizace podnikových procesů, na kterou je tato diplomová práce zaměřena, je v současnosti nepostradatelnou součástí každého moderního podniku, pokud chce být úspěšný v národním či mezinárodním konkurenčním prostředí. Teoretická část popisuje výrobu, její členění a řízení. Hlavní částí teoretické rešerše je seznámení s metodami využívanými při optimalizaci výrobních procesů. Každá metoda je něčím specifická a záleží především na konkrétní firmě, která je pro ni nejvhodnější. Při implementaci metod optimalizujících procesy se využívají různé podpůrné nástroje, které jsou popsány v poslední podkapitole teoretické části.

Praktická část je rozdělena do několika částí. Nejprve se seznámíme se společností Engel strojírenská spol. s r.o. a střediskem KLV (středisko malých rozvaděčů). Další částí je analyzování výroby třech hlavních produktů vyráběných na tomto středisku pomocí nástrojů štíhlé výroby, tj. mapování hodnotového toku a měření spotřeby času. Hlavní fází praktické části je návrh vlastního řešení založeného na předchozí analýze, přičemž návrh je zaměřen především na úsporu plochy, eliminaci plýtvání a ergonomii pracovišť. V poslední části jsou spočítané celkové náklady na investici a zhodnocení očekávaného přínosu navržených opatření.

## Teoretická část

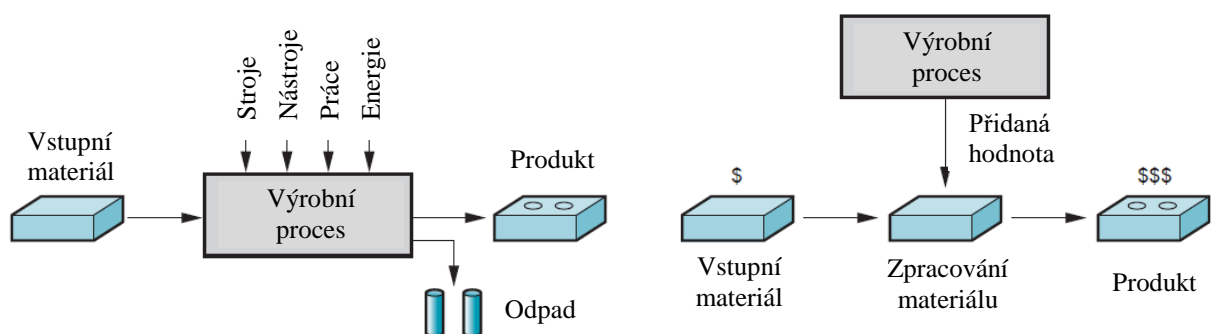
### 1 Výroba a její řízení

Slovo výroba je odvozeno ze dvou latinských slov, „manus“ (ruka) a „factus“ (udělat), což tedy znamená ruční výroba. Výrobu lze charakterizovat jako každou činnost, která tvoří hodnotu. Zahrnuje všechny hospodářské činnosti spojené se zajištěním výrobků a služeb. Pro výrobní proces se využívá taktéž obecný pojem produkční proces. Produkční proces je označení pro přeměnu vstupů (materiál, polotovary,...) za určitých podmínek a s využitím nemateriálních zdrojů na výstupy (výrobky, služby) s nějakou hodnotou.

#### 1.1 Definice výroby

Z historického hlediska může být výroba rozdělena do dvou částí. Jednou z částí je vynalézání materiálů a procesů, které něco vytvářejí, a druhou je vývoj výrobních systémů. Výrobní systémy se týkají způsobu uspořádání lidí a zařízení tak, aby se produkce mohla provádět efektivněji, jedná se tedy o výrobní proces. Na vývoji výrobních systémů se podílí několik historických událostí a objevů. Jedním z významných objevů je například princip založený na rozdělování práce, tj. rozdělování celkové práce na jednotlivé úkoly, k nimž jsou přiřazeni pracovníci, kteří se následně stanou specialisty na plnění konkrétní úlohy.

Výroba taktéž může být definovaná z pohledu technologického a ekonomického. Z technologického pohledu si lze výrobu představit jako aplikaci fyzikálních a chemických procesů na změnu vlastností, geometrie či vzhledu výchozího materiálu k výrobě dílů nebo výrobků. K této výrobě se využívají kombinace strojů, nástrojů, energie a práce. Z ekonomického pohledu je výroba transformací materiálů na materiály s vyšší přidanou hodnotou pomocí zpracovatelských či montážních operací.[1]



Obr. 1.1: Výrobní proces a) z technologického pohledu b) ekonomického pohledu (převzato z: [1])

## 1.2 Členění výrobního procesu

Výroba je důležitou obchodní činností společnosti, která prodává své výrobky zákazníkům. Druh výroby se liší dle použitých technologií, vyráběných produktů, stupně mechanizace či typu výroby. [2, 3]

### Stupeň mechanizace

Stupněm mechanizace se myslí, jakým způsobem je výroba zprostředkována. Výroba se z tohoto pohledu dělí na:

- **ruční** – práci vykonává člověk,
- **mechanizovaná** – práci vykonává stroj, který řídí člověk,
- **automatizovaná** – práci vykonává stroj bez zásahu lidské ruky.

### Použitá technologie

Dle charakteru technologie se výroba dělí na:

- **mechanická** – nemění se vlastnosti látkové podstaty vstupních materiálů, ale mění se vzhled a tvar během technologického procesu,
- **chemická** – při přeměně na výstupy se mění vlastnosti látkové podstaty vstupních surovin a materiálů,
- **biologická** – je zprostředkována pomocí přírodních procesů.

### Typ výroby

Rozdíly mezi jednotlivými typy výroby jsou zejména ve struktuře a výši nákladů. Rozlišují se tři základní typy výroby:

- **kusová** – výroba jednoho či malého množství kusů výrobku; větší množství druhů finálních výrobků; průběh výrobního procesu se neustále mění; liší se dle specifikace zákazníka (zakázková výroba),
- **sériová** – výroba jednoho nebo několika podobných výrobků; série výrobků se mohou pravidelně opakovat; použití specializovaných zařízení,
- **hromadná** – výroba velkého množství identických produktů; využití výrobních linek a automatizace; zvyšování produkce využitím speciálních strojů,
- **proudová** – nejvyšší forma hromadné výroby; plynulý optimalizovaný tok rozpracovaných výrobků mezi pracovišti.

### 1.3 Metody řízení

Metody řízení jsou prostředkem řízení organizace nebo podniku, jejich zdrojů, uspořádání či procesů. Zásadním způsobem ovlivňují plánování, organizování a způsob výkonu dalších manažerských funkcí. Ovlivňují řízení celé organizace (řízení provozu) nebo její určité části (např. řízení výroby, kvality, materiálového toku, lidských zdrojů,...). Podrobnější popis řízení provozu a výroby včetně jejich cílů v organizaci je popsán níže. [4]

#### Řízení provozu

Řízení provozu slouží k tomu, aby se zajistila plynulost a efektivnost všech hlavních i podpůrných procesů v organizaci. Využívá se k řízení každodenních firemních činností, mezi které patří především řízení výroby, požadavků, logistiky, zásob, bezpečnosti, návrhu procesů či třeba využití pracovních sil. Tento způsob řízení využívá nejen při výrobě zboží, ale také při poskytování služeb, čímž lze říci, že tento způsob řízení se využívá v každé organizaci. [5, 6]

Cílem řízení provozu je poskytování služeb zákazníkovi současně s dosahováním efektivního chodu operací, tj. efektivního využití zdrojů. Lze si pod tím představit uspokojení zákazníka ve správný čas a za správnou cenu. Využíváním maximálního efektu zdrojů při minimálních nákladech se zabývá provozní management. Aby se daly zdroje optimálně využít, je nutné využít měření efektivnosti. Slouží k tomu celá řada ukazatelů, ať už se jedná o ukazatele technické (poměr užitečného výstupu ke vstupu), finanční, časové či kvalitativní. [5–7]

Aby se dosáhlo optimálního dosažení obou cílů, musí být zajištěna tzv. rovnováha cílů. Nikdy nelze dosáhnout obou cílů s maximální výkonností ukazatelů a většinou zvýšení výkonosti jednoho znamená, že se sníží druhý. Rovnováha mezi oběma cíli může být ovlivněna schopnostmi organizace reagovat na situaci na trhu či konkurenceschopností. [7]

#### Řízení výroby

Řízení výroby se zabývá plánováním, organizováním a řízením činností výrobních systémů, aby se dosáhlo vytyčených cílů. Jedná se o organizační řízení, které kombinuje a transformuje různé zdroje používané ve výrobním systému organizace do produktu s

vyšší přidanou hodnotou. Toto řízení lze uplatnit pouze ve firmách, v nichž se provádí výroba zboží. [8, 9]

Hlavním cílem řízení výroby je poskytovat zboží ve správné kvalitě a množství, ve správnou dobu a s co nejnižšími výrobními náklady. Kvalita je založená na potřebách zákazníka a nemusí být vždy nejvyšší. Je určena výrobními náklady a technickými vlastnostmi, které ovšem musí odpovídat specifickým požadavkům zákazníka. Stejně jako kvalita, i vyráběné množství produktů je závislé na zákazníkovi. Pokud je vyráběné množství vyšší než poptávka, dochází k blokování kapitálu ve formě zásob. Oproti tomu menší množství vyráběného zboží vede k neuspokojení poptávky zákazníků. Jedním z důležitých parametrů pro posouzení efektivnosti výrobního oddělení je včasnost dodávek zákazníkovi. Výrobní oddělení proto musí optimálně využít vstupních zdrojů k dosažení svého cíle. [8]

Cílů řízení výroby se dosahuje efektivním využíváním disponibilních výrobních zdrojů, rychlou reakcí na požadavky zákazníka, zkracováním průběžných dob výroby, zvyšováním produktivity, snižováním výrobních nákladů či fungujícím informačním systémem v podniku.



## 2 Optimalizace výrobních procesů

Zlepšování procesů je zaměřeno na zkoumání chování procesů, odhalování příčin problémů spojených s jejich plynulým chodem, s produktivitou nebo kvalitou výstupů procesů. Procesní optimalizace je v současnosti nepostradatelnou součástí každého moderního podniku, pokud chce být úspěšný v národním či mezinárodním konkurenčním prostředí. Lze získávat nové zákazníky, či zvyšovat spokojenost těch stávajících. [10]

Mezi základní předpoklady optimalizovaných procesů patří:

- úspora času,
- snížení nákladů,
- zvýšení zisků a kvality produktů,
- zvýšení efektivity procesu,
- zlepšení organizace jako celku.

### 2.1 Metody zlepšování procesů

K optimalizaci procesů jsou využívány různé metody a nástroje. Některé metody jsou určeny především k průběžnému (kontinuálnímu) zlepšování, jiné metody jsou určeny k dramatickým změnám ve velmi krátkém čase. Každá metoda je něčím specifická a záleží především na konkrétní firmě, jaká metoda pro zlepšování procesů je pro ni vhodná. Záleží především na průmyslovém odvětví, ve kterém firma působí, její velikosti, kultuře, zkušenosti řídicích pracovníků či postoji firmy. [11]

#### 2.1.1 Business Process Reengineering - BPR

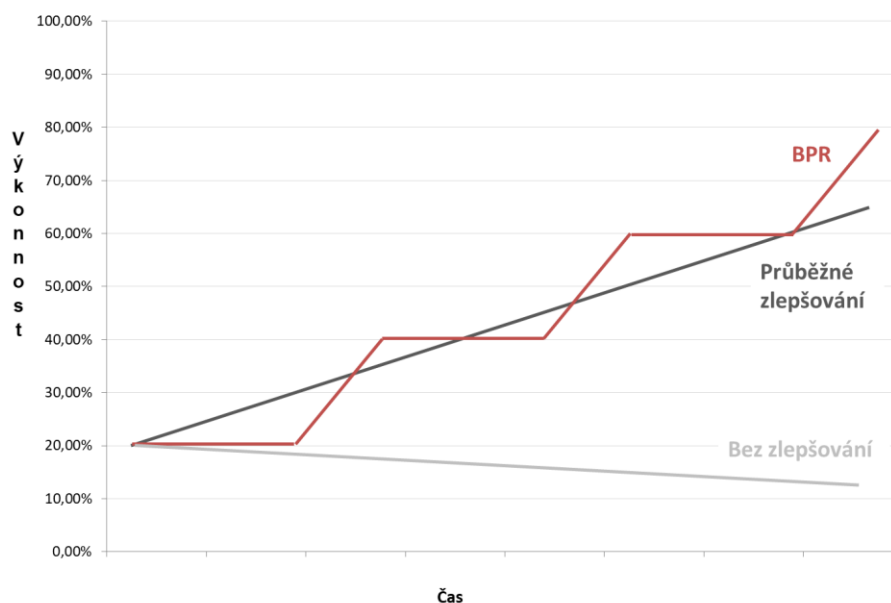
Business process reengineering, neboli reengineering podnikových procesů je strategie řízení podniku zaměřující se na analýzu a návrh pracovních postupů a podnikových procesů v rámci organizace. BPR se zaměřuje na přehodnocení a radikální rekonstrukci vykonávané práce za účelem výrazného zlepšení poskytování služeb zákazníkům a snížení provozních nákladů. [10] Reengineering podnikových procesů lze v odborné literatuře také najít pod názvy redesign podnikových procesů či řízení změn obchodních procesů.

*Hammer a Champy* v knize *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution* [12] popisují BPR jako zásadní a radikální změnu podnikových procesů s cílem

dosáhnout výrazných zlepšení z hlediska kritických ukazatelů výkonnosti – nákladů, kvality, rychlosti a servisu. Dále autoři ve své knize dodávají, že reengineering je novým začátkem. Hledají se nové modely organizace práce, a pokud chceme při reengineeringu uspět, musíme být vizionářem a zároveň motivátorem. Autoři jsou považováni za duchovní otce této metody zlepšování procesů.

Dle *Thomase Davenporta* [13] je obchodní proces množinou logicky souvisejících úkolů, které jsou prováděny za účelem dosažení definovaných obchodních výsledků. Reengineering vysvětluje tak, že podnikové činnosti je třeba považovat za více než pouhý soubor funkčních úkolů a tyto činnosti by měly být rozčleněny do co nejefektivněji navržených procesů.

Tato metoda řízení změn podnikových procesů byla vytvořena za účelem vyrovnání se japonským firmám v konkurenceschopnosti, které již delší dobu využívaly kontinuální způsob zlepšování procesů. Podnikové procesy postupem času zdegenerovaly, jsou neefektivní či předimenzované. Tím vzniká větší množství chyb, odpadů nebo vysoký podíl kontrolních činností. Z pohledu efektivity výrobních procesů se může jednat o vysoký podíl zásob a rozpracované výroby. Rozdíl mezi procesy bez zlepšování, BPR a kontinuálním zlepšováním procesů je na *Obr. 2.1*.



Obr. 2.1: Rozdíl mezi reengineeringem a průběžným zlepšováním procesů (převzato z: [14])

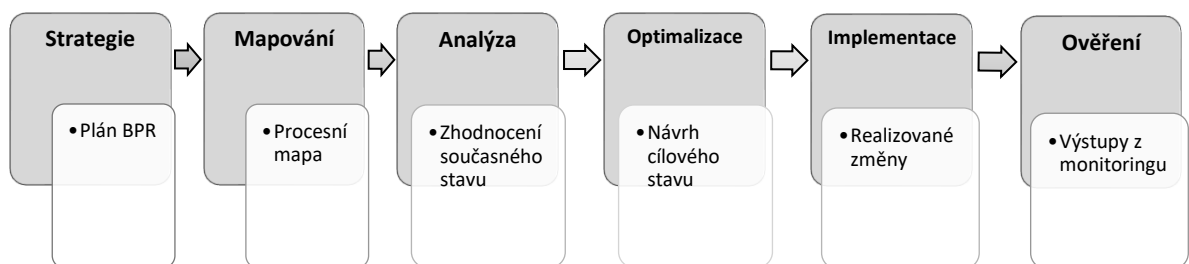
Z výše uvedeného obrázku je zřejmé, že pokud procesy nebudou zlepšovány, dojde časem k poklesu výkonnosti. Je to dáno zhoršováním procesních složek v závislosti na čase, a proto je nutná pravidelná kontrola výkonnosti klíčových procesů. Průběžné zlepšování je

charakterizováno menšími změnami, ovšem ve větším počtu. Tento způsob zlepšování nemá patrný vliv na zlepšení procesů v krátkém časovém okamžiku, ovšem v dlouhodobém horizontu lze dosáhnout výrazných změn. Důležité je, aby průběžné zlepšování bylo součástí firemní kultury, čímž lze předejít strachu a únavě z výrazných nepravidelných změn. Reengineering se vyznačuje velkými a stupňovitými změnami výkonnosti. Obvykle takovéto větší změny jsou na obtíž a vyžadují delší čas, aby mohly být realizovány.

Při realizaci je nutné stále mít na paměti 3 klíčové prvky [11]:

- **zaměření na procesy** – klíčové procesy s vysokou přidanou hodnotou; týkající se koncového zákazníka (nejsou interní); jsou rozhodující v boji s konkurencí,
- **radikální změna** – oproštění se od existujících struktur a postupů,
- **dramatické zlepšení** – velké skokové zlepšení výkonnosti.

Reengineering podnikových procesů je rozdělen do několika fází. Dle internetových portálů *Kvalitnebpr.sk* [15] a *Zpinformatika.sk* [16] jsou jednotlivé fáze s jejich výstupy znázorněny na *Obr. 2.2*. Stručný popis všech fází je pod následujícím obrázkem.



*Obr. 2.2: Etapy BPR a jejich výstupy (převzato z: [15])*

Na počátku se vypracuje strategie zavedení BPR, ve které je nutné pochopit organizační strukturu společnosti. Do prostředí organizace spadá strategie společnosti, firemní kultura, organizační vztahy nebo také vztahy se zákazníky či dodavateli. K pochopení prostředí se využívají dotazníky a rozhovory s vedením organizace, vedoucími pracovníky a zaměstnanci. Součástí úspěšné strategie je i vhodné definování cílů (snížení nákladů, optimalizování firemních procesů,...). Dalším krokem je mapování procesů – seznamování se s hlavními, manažerskými i podpůrnými procesy. Vypracovává se procesní model, který je základem pro analýzu a nastavení nových pravidel fungování organizace. Během analýzy se zhodnocuje současný stav procesů a řadí se dle délky trvání, nákladů, lidských a technických zdrojů atd. K analýze pomáhá simulace procesů, pomocí které se identifikují kritická místa. Záměrem

optimalizace je navrhnout řešení cílového stavu a možností na zlepšení problematických oblastí organizace. Na základě výsledků analýzy a optimalizace se vypracovává implementační plán. Vznikají nové procesy, upravuje se informační systém nebo se mění systém řízení organizace. Poslední fází je monitorování, pomocí kterého se sleduje výkonnost kritických ukazatelů.

### 2.1.2 Total Quality Management - TQM

Jedná se o přístup komplexního řízení jakosti, který je založen na neustálém zlepšování kvality všech činností v organizaci (na všech úrovních), čímž se snižují náklady na výrobu či poskytování služeb a vede tím k dosažení větší spokojenosti všech zákazníků. Přestože se tato metoda vyvíjela v USA, paradoxně se nejvíce využívala v Japonsku a v současnosti je nahrazována jinými koncepty zlepšování procesů. Hlavní rozdíl oproti Business process reengineeringu *Butler* [17] popisuje tak, že v TQM jde o postupné zlepšování, což u firem ve vysoce konkurenčním průmyslu může umožnit konkurenci značnou výhodu, avšak nejedná se o rizikové zlepšování jako v rámci Business process reengineeringu.

Pojem kvalita se používá v oblastech řízení organizace a v sektoru služeb. Synonymem pro kvalitu je slovo jakost, která se nejvíce využívá v oblastech výroby, v souvislosti s výrobky (jakost výrobku). V rámci ISO norem je kvalita definovaná jako „souhrn všech znaků produktu nebo služby, které ovlivňují jejich schopnost uspokojit stanovené a předpokládané potřeby“. Řada organizací se potýká se skutečností, že kvalitu nedokáže definovat. Důvodem je, že kvalita (respektive parametry dané třídy jakosti) je definována zákazníkem. Zákazníkem definovaná kvalita je termín, který popisuje, z jakého hlediska může být kvalita posuzovaná. [18]

Základní hlediska při posuzování kvality zákazníkem [19]:

- **technické parametry** – kvalita je dána splněním určitých požadavků na produkty či služby, které jsou jejími konstruktéry,
- **vhodnost použití** – kvalitou se rozumí, jak výrobek plní své předem definované funkce,
- **správná hodnota** – kvalita je definovaná prospěšností produktu či služby pro spotřebitele za odpovídající cenu.

Filozofie této metody je založena na třech základních myšlenkách. Jedna z těchto myšlenek je, že se jedná o nekončící snahu o zlepšení (neustálé zlepšování). Druhá se zaměřuje

na angažovanost každého zaměstnance v organizaci a třetí je splnění nebo dokonce překonání očekávání všech zákazníků.

Dr. Edwards Deming spojuje problém kvality s řízením společnosti. Jako největší problém udává neschopnost řídicích pracovníků plánovat se značným předstihem. Proto Deming doporučil organizacím, aby se držely základních 14 pravidel při trvalé snaze řízení jakosti v manažerské činnosti [20]:

1. Vytvářejte trvalé a motivující podmínky pro neustálé zlepšování výrobků a služeb s cílem být dlouhodobě konkurenceschopní.
2. Přijměte novou filozofii. Organizace nemůže být konkurenceschopná, pokud pokračuje ve svých chybách.
3. Při dosahování kvality nebuďte závislí na kontrole. Zvyšujte kvalitu výrobku zlepšováním výrobního procesu od samého počátku.
4. Nevybírejte si své dodavatele pouze na základě nejnižších cen. Nákupem vstupů za nejnižší cenu může dojít k velmi drahým chybám během výroby. Je nutno koukat především na jejich kvalitu.
5. Snižujte své náklady. Trvale zvyšujte výrobní systém, zlepšujte jakost a produktivitu.
6. Poskytujte další vzdělání a využívejte talentu lidí ve všech úrovních organizace. Vzdělávání je důležitým nástrojem zvyšování kvality.
7. Zaveďte nový styl vedení. Dohled a moderní metody, jejichž cílem by mělo být pomáhat lidem a strojům při zlepšování výkonu.
8. Utvářejte jistotu kolektivu. Zaměstnanci by se neměli bát vyjadřovat své nápady a klást otázky. Každý se cítí lépe v prostředí, které je podporuje.
9. Odstraňte bariéry mezi odděleními. Lidé z různých oddělení musí spolupracovat jako jeden tým.
10. Nepoužívejte slogany a další hesla ke zvyšování produktivity či získání stoprocentní kvality. Taková hesla mohou vytvářet tlak na zaměstnance a mohou vést k jejich nespokojenosti.
11. Zrušte denní výkonové normy. Plnění norem může vést ke zhoršování jakosti výrobků.
12. Nevyužívejte hodnocení na základě cílů. Deming vystupuje proti odměňovacímu systému, který zvyšuje soutěživost a působí proti týmové práci.

13. Vytvářejte vzdělávací programy. Vzdělanější lidé jsou lépe připraveni zlepšovat kvalitu poskytovaných služeb.
14. Zapojte všechny zaměstnance při uplatnění všech výše uvedených bodů a zlepšování kvality.

Zavedení komplexního řízení výroby do firemní praxe bývá časově náročnější záležitostí, protože ve správně nastaveném firemním systému je vyšší poměr tzv. měkkých než tvrdých prvků. Tvrdé prvky určují ve firemním systému určitý řád, základní řídicí struktury i nezbytná formalizovaná pravidla. Poté už je pouze na managementu, jak je schopen dohlížet na dodržování těchto pravidel. *Prof. Veber* ve své knize *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele* [21] popisuje měkké a tvrdé prvky následovně:

- **měkké prvky** – zaměřené na způsob chování lidí v organizaci (reakce na různé situace, podněty nebo impulsy, které vyplývají z konkrétního jednání, chování či vystupování pracovníků v organizaci); znalosti, dovednosti, pracovní návyky apod.,
- **tvrdé prvky** – systémově orientované; stanovené měřitelnými atributy (pokyny, příkazy, stanovení pravomocí a odpovědnosti, vyžadování hlášení či vedení záznamů apod.); důraz na zavedené procedury; využití nových technologií.

### 2.1.3 Six Sigma

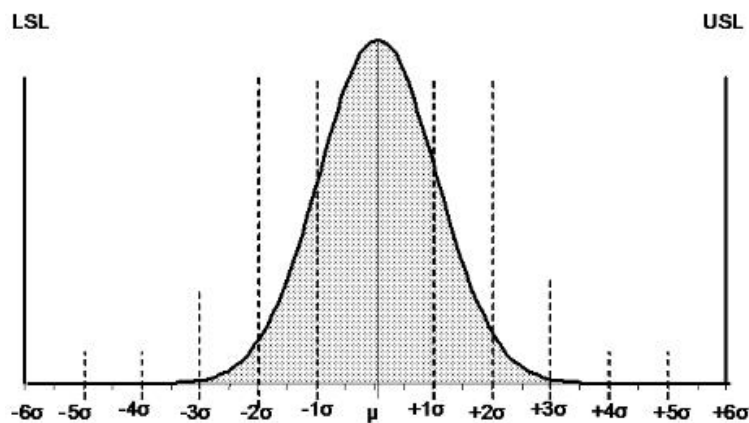
Manažerská filosofie Six Sigma byla založena v 80. letech společností Motorola, přičemž později byla využívána i jinými společnostmi ve Spojených státech. Six Sigma se podobá celkovému řízení kvality, do kterého se zapojuje management, využívá se pracovních týmů a nástrojů SPC, např. kontrolní diagramy.

Podle *Harryho a Schroedera* [22] je hlavní rozdíl mezi Six Sigma a TQM ve způsobu jejich zaměření. Přístup komplexního řízení jakosti (TQM) se dle nich zaměřuje na zlepšení jednotlivých operací s jimi nesouvisejícími procesy. I přes použití velice komplexních programů zlepšení trvá mnoho let, než selepší všechny operace v rámci daného procesu. Při vývoji Six Sigma se ve firmě Motorola zaměřili na zlepšování všech operací v rámci jednoho procesu, což přineslo rychleji a efektivněji výsledky zlepšení.

Další rozdíl mezi Six Sigma a TQM spočívá v tom, že Six Sigma vytváří měřitelné cíle pro kvalitu založenou na vzdálenosti 6 směrodatných odchylek „ $\sigma$ “ (odtud název „Six

Sigma“) od střední hodnoty u normálního (Gaussova) rozdělení. Směrodatná odchylka je tedy míra rozptylu v určité skupině položek nebo dat z procesu. Malá směrodatná odchylka znamená, že se většina dat nachází blízko střední hodnoty a že je mezi nimi nízká variabilita. Naopak velká směrodatná odchylka vyjadřuje, že jsou data rozptýlena daleko do střední hodnoty a je mezi nimi poměrně velká variabilita. Six Sigma proces může tolerovat posun o 1,5 násobek směrodatné odchylky a stále udržovat bezpečnou úroveň mezi procesním průměrem a jeho mezemi. [1, 23]

Na Obr. 2.3 je příklad normálního rozdělení, vyznačující se křivkou zvonovitého tvaru, která je souměrná podle střední hodnoty „ $\mu$ “ a daná směrodatnou odchylkou a rozptylem. Tento obrázek má dle metody Six Sigma toleranční meze LSL (dolní toleranční mez =  $-6\sigma$ ) a USL (horní toleranční mez =  $+6\sigma$ ).



Obr. 2.3: Křivka normálního rozdělení (převzato z: [24])

Hodnoty sigma jsou často vyjádřeny různými ukazateli výkonnosti procesu. Nejčastěji se vyskytujícím je DPMO (Defects Per Million Opportunities) neboli počet defektů na milion příležitostí ke vzniku vady, tj. kolik chybných produktů by se vyskytlo, kdybychom proces milionkrát opakovali. Dalšími mohou být DPU (Defects Per Unit), což je počet vad na jednotku či PPM (Parts Per Million Defective), která znamená, kolik chybných kusů připadá na jeden milion jich dodaných. Základní rozdíl mezi PPM a DPMO je v tom,

Tabulka převodů ukazatelů Six Sigma a DPMO je v Tab. 2.I. Výnos značí počet jednotek, které byly v rámci procesu provedeny správně.

Tab. 2.1: Převody ukazatelů dle hodnot sigma

Sigma	Výnos [%]	DPMO
1	31,0	690 000
2	69,2	380 000
3	93,3	66 800
4	99,4	6 210
5	99,97	230
6	99,99966	3,4

Vyšší úrovně kvality Sigma představují procesy, při kterých s menší pravděpodobností dojde k chybě, která způsobí neuspokojení požadavků zákazníka. Pokud daný proces pracuje s měřítkem kvality jedna sigma, dochází k 690 000 závadám na milion příležitostí. Pokud funguje dle standardu Six Sigma, tedy s měřítkem kvality šesti sigma, znamená to, že dochází nejvýše k 3,4 závadám na milion příležitostí.

Jako model zlepšování dle Six Sigma slouží DMAIC, který vychází z PDCA cyklu. Jedná se o postup, který se využívá při neustálém zlepšování procesů, zvyšování úrovně kvality, bezpečnosti a ochrany životního prostředí. DMAIC proces je zobrazen na Obr. 2.4:



Obr. 2.4: DMAIC cyklus

- **D (Define) definovat**
  - definování cílů; určení týmu pracovníků; popis konečného stavu procesu; vymezení potřeb a požadavků zákazníka,
  - využití – Paretova analýza, vývojové diagramy, jednoduché statistické nástroje,
- **M (Measure) měřit**
  - získávání informací o procesu; zmapování procesu a vymezení problémových oblastí; sběr a vyhodnocení informací o současné situaci (sledování výskytu vad, měření výstupů z procesu, zaznamenávání vstupů),
  - využití – FMEA (analýza příčin vad a jejich důsledků), Paretova analýza,



histogram, procesní mapa,

- **A (Analyze) analyzovat**
  - analýza zjištěných skutečností, příčin problémů, nedostatků či nespokojenosti; určení kritických vstupních faktorů, které mají významný vliv na výskyt vad,
  - využití – Ishikawův diagram, metody testování statistických hypotéz, regresní analýza,
- **I (Improve) zlepšovat**
  - návrh, odzkoušení a implementace řešení, které je zaměřeno na odstranění hlavních příčin vzniku vad,
  - využití – FMEA, grafická a statistická analýza, brainstorming, nástroje štihlé výroby,
- **C (Control) řídit**
  - zavedení a standardizování změn do procesních systémů; zabezpečení trvalého udržení zlepšeného stavu,
  - využití – regulační diagramy, histogram, kontrolní listy.

V rámci metody Six Sigma je nezbytné, aby všem zúčastněným členům byly přiděleny specifické role. Existuje celkem šest rolí s určitou odpovědností, z nichž 4 jsou odvozeny od terminologie bojových sportů (barev pásů), které jsou přidělovány podle zkušeností a odborných znalostí. Všechny jsou detailněji popsány níže [25]:

- **Koordinační výbor**

Tým vedoucích pracovníků, který má za úkol definovat cíle v rámci implementace Six Sigma. Definiují účel programu Six Sigma, vysvětlují přínos pro zákazníka, nastavují plán mezních termínů, vyvíjí nástroj pro kontrolu a dohled a v neposlední řadě podporují další členy zúčastněné v metodice Six Sigma.
- **Sponzor**

Sponzor je vysoce postavený člen managementu a je zástupcem koordinačního výboru. Je přímo odpovědný za průběh projektů, má pravomoc kontrolovat dílčí cíle, odstraňuje překážky nebo přiděluje zdroje a podporu realizovaným projektům.
- **Black Belt**

Vysoce kvalifikovaný odborník, který ovládá nejrůznější techniky zlepšování a nástroje statistické analýzy. Zaměřují se na řešení zlepšovacích projektů a pomáhají Green Beltům s vedením projektů. Nejčastěji se jedná o pozici na plný úvazek.

- **Master Black Belt**

Jedná se o osobu, která není členem projektového týmu, ale která ho pouze podporuje. Dokáže řešit problémy a odpovídat na nejrůznější dotazy ohledně projektů. Black Belt získává označení „Master“ uplynutím několika leté praxe a ukončením stanoveného počtu projektů.

- **Green Belt**

Zatímco Black Belt se věnuje projektům na plný úvazek, Green Belt se řešení projektů věnuje na částečný úvazek. Jedná se taktéž o odborníka, který ovládá vybrané dovednosti pro vedení projektového týmu a nástroje statistické analýzy. Může být trénovaný Black Beltem.

- **Yellow Belt**

Pracovník s tímto označením je připravován na práci na Six Sigma projektech nebo vedení projektů zabývajících se postupným zlepšováním. Také umí pracovat se základními manažerskými nástroji. Yellow Belt se nemusí využívat ve všech firmách.

#### 2.1.4 Lean production

Lean production, jinými slovy lean manufacturing nebo také štíhlá výroba je metoda zlepšování, která je zaměřena na zkrácení průběžné doby eliminací plýtvání. Liker a Wu [26] definují štíhlou výrobu jako filozofii, která se zaměřuje na dodání levných a kvalitních produktů v co nejkratším termínu. Další definice od zaměstnanců Massachusettského technologického institutu (MIT) zní, že „štíhlost“ je zvyšování hodnoty produktu eliminací plýtvání, zaměření se na kvalitu či zvyšování efektivity práce.

Tato metoda je založena na metodice Toyota Production System (TPS), která byla vyvinutá firmou Toyota Motors, která při výrobě svých aut chtěla využívat efektivnější výrobní systém, který je zaměřen na eliminaci plýtvání času a materiálu. Nejen, že se touto metodou dosáhlo výroby levnějších aut, protože bylo odstraněno mnoho procesních chyb, ale zvýšila se také kvalita vyráběných produktů. Rozdíl oproti TPS je v tom, že štíhlá výroba je výrobní filozofie a není obchodní.

Jak již bylo řečeno, základním pilířem štíhlé výroby je eliminace plýtvání. Plýtvání je v tomto systému definováno jako cokoliv, co je nad rámec využívaných výrobních zařízení,

materiálů, výrobních prostor a pracovní doby zaměstnance, které jsou nezbytné pro přidání hodnoty výrobku.

Pojem plýtvání je odvozen z japonského slova „Muda“ a rozděluje se na základních 8 zdrojů [27, 28]:

1. **Nadprodukce:** vyráběno větší množství produktů než vyžaduje poptávka na trhu či následující proces; dřívější nebo rychlejší výroba než vyžaduje další proces. Nadprodukce je vnímaná jako nejhorší zdroj plýtvání, protože zvyšuje materiální zásoby (váže finanční prostředky), nároky na výrobní a skladovací plochy, potřebu pracovníků a výrobní zařízení.
2. **Vady:** výroba defektních výrobků nesouvisí pouze s následným odpadem a vynaloženým úsilím do jejich výroby, ale také se do výrobního systému zavádí mnoho činností nepřidávající hodnotu výrobku. Mezi tyto činnosti patří především kontrola.
3. **Zásoby:** materiál nebo produkty na straně výrobce, které zákazník nevyžaduje, nebo přesahují zákaznickovy požadavky. Jedná se o skladovou zásobu materiálů nebo produktů na „horší časy“.
4. **Transport a manipulace:** každá manipulace s materiálem, která nepřidává hodnotu produktu. Tento zdroj plýtvání je způsoben špatným rozvržením výrobních a skladovacích ploch.
5. **Pohyb:** chůze pro materiál či pohyb po pracovišti při hledání pracovních pomůcek a nástrojů.
6. **Čekání:** doba čekání pracovníka na materiál, na opravu stroje či sledování strojů při výrobě. Čekání je nejčastěji způsobeno špatnou organizací výroby, malou kvalifikací pracovníků, kteří jsou závislí na ostatních nebo pokud je procesní čas stroje delší než práce obsluhy.
7. **Nadbytečné zpracování:** předimenzování používaných zdrojů a provádění činností, které nejsou potřeba.
8. **Nevyužitý lidský potenciál:** nevyužití skutečného lidského potenciálu jako jsou schopnosti, znalosti, dovednosti, zkušenosti a kreativita.

Metody využívané společností Toyota k eliminaci plýtvání zahrnovaly různé nástroje prevence chyb a zastavení procesu, zlepšení údržby zařízení, zapojení všech pracovníků do zlepšování procesů a standardizované pracovní postupy. Pravděpodobně nejdůležitější součástí

bylo vyvinutí jednoho z klíčových nástrojů pro snižování nákladů zásob – Just In Time (JIT). [1]

Pracovníci zavádějící štihlou výrobu využívají širokou škálu nástrojů založených na zkušenostech společnosti Toyota a dalších podniků využívající tuto metodu. Základní nástroje a metody využívané ve štihlé výrobě jsou uvedeny níže:

- Just In Time (JIT),
- Value Stream Mapping (VSM),
- Kaizen,
- Kanban,
- Five S (5S),
- Poka-yoke,
- TPM,
- PDCA,
- SMED.

Štihlá výroba využívá mnoho nástrojů ke zlepšení a zefektivnění výroby. Cílem štihlé výroby je najít lepší způsob, jak dělat věci rychleji, kvalitněji a s menším vynaloženým úsilím. Nelze říci, jaké nástroje jsou nejlepší, pro každou firmu mohou být různé, ovšem k nejužitečnějším patří nejčastěji Kaizen, Kanban, 5S, VSM či PDCA. Principy a nástroje Lean lze úspěšně aplikovat ve všech odvětvích výroby a služeb.

### 2.1.5 Theory of Constraints – TOC

Metodika Theory of Constraints (TOC), v překladu „Teorie omezení“, pochází z konce sedmdesátých let, kdy byl Dr. Eliyahu M. Goldratt požádán o pomoc s plánováním a řízením závodu na výrobu klecí pro drůbež. Goldratt, povoláním fyzik, tuto roli přijal i přesto, že neměl žádné předchozí manažerské zkušenosti. Proto také vyvinul efektivní plánovací program pouze na základě logického přístupu, jehož cílem bylo zefektivnit výrobu a dosáhnout tím větších peněžních zisků. Zjednodušeně řečeno se jedná o systém, ve kterém jde především o vydělání co největšího množství peněz dnes i v budoucnosti. Nutno podotknout, že tato teorie velmi zaostává v otázce kvality a plýtvání, proto se v mnoha podnicích využívá jako výchozí bod pro štihlou výrobu. [29]

Klíčovou myšlenkou TOC je tvrzení, že každý systém obsahuje minimálně jedno úzké místo (omezení). Proces poté pracuje pouze tak dobře, jak mu to dovoluje jeho nejslabší článek. Pomocí TOC metodiky je možné tato úzká místa nalézt a odstraňovat. TOC obsahuje sadu nástrojů, které pomáhají dosáhnout těchto cílů [30]:

- **Five Focusing Steps (5FS)** – „princip pěti kroků“ slouží k identifikaci a odstranění omezení.
- **Thinking Processes (TP)** – „myšlenkové procesy“ obsahují nástroje pro analýzu a řešení vlastních, do té doby neřešitelných problémů.
- **Throughput Accounting** - „průtokové účetnictví“ zahrnuje nástroje pro měření výkonnosti a řízení manažerských rozhodnutí.

### Princip pěti kroků

Princip pěti kroků je metoda sloužící k nalezení a následnému odstranění úzkých míst v procesu na základě neustálého zlepšování.

1. **krok:** určení aktuálního omezení procesu (jediná část procesu, která omezuje výkonnost celého systému),
2. **krok:** odstranění omezené propustnosti úzkého místa v co nejkratším termínu za pomoci stávajících zdrojů,
3. **krok:** podřízení celého systému omezenému zdroji, aby byl maximálně využíván,
4. **krok:** odstranění systémového omezení za pomoci dalších zdrojů (investice do dalších zařízení, zaměstnání více lidí,...),
5. **krok:** identifikace dalšího omezení a opakování všech předchozích kroků.

### Myšlenkové procesy

Slouží pro systematické hledání logických odpovědí na tři důležité otázky procesu neustálého zlepšování: *Co je třeba změnit?*, *Co na tom změnit?*, a *Jak to udělat?* [31]

TP zahrnují sadu pěti logických diagramů a soubor logických pravidel [30–32]:

- **Strom současné reality** (Current Reality Tree – CRT)
  - poskytuje základ pro pochopení složitých systémů,
  - diagram znázorňující aktuální stav systému a klíčový problém, který je třeba zlepšit,

- identifikuje nežádoucí efekty (UDE – Undesired Effects) a jejich příčiny.
- **Diagram konfliktu** (Evaporating Cloud – EC)
  - hledá přijatelná řešení k odstranění klíčových problémů,
  - identifikuje injekce (potenciální řešení), které eliminují nežádoucí efekty,
  - využívá se jako součást procesu pro návaznost stromu současné reality ke stromu budoucí reality.
- **Strom budoucí reality** (Future Reality Tree – FRT)
  - diagram znázorňující budoucí stav systému,
  - zobrazuje výsledky po zásahu injekcí do systému,
  - zajišťuje, že implementací řešení nedojde k novým nežádoucím efektům,
  - slouží jako počáteční plánovací nástroj.
- **Strom předpokladů** (Prerequisite Tree – PRT)
  - identifikuje možné bariéry, které brání v dosažení požadovaného stavu, cíle nebo injekce,
  - určuje nápravná opatření k překonání těchto překážek.
- **Strom přechodu** (Transition Tree – TT)
  - poskytuje přesný plán implementace řešení.

Všechny tyto nástroje jsou navrženy tak, aby překonaly rezistenci vůči změnám tím, že vytvoří logickou cestu, kterou lze sledovat. Mohou být použity jednotlivě i vzájemně v závislosti na složitosti stavu. Tento proces umožňuje odborníkům důkladně se připravit na vyvíjení a implementaci změn.

### **Průtokové účetnictví**

Průtokové účetnictví je alternativní účetní metodika, která se snaží eliminovat tři hlavní nedostatky zavedené tradičním nákladovým účetnictvím. Tyto nedostatky pak mají za následek, že se nedosahuje hlavního cíle firmy, tedy dosažení maximálních finančních zisků dnes i v budoucnosti.

V tradičním nákladovém účetnictví je veden silný důraz na snižování výrobních nákladů. Oproti tomu teorie omezení považuje snižování nákladů za méně důležitou než zvyšování propustnosti systému.

V rámci teorie omezení jsou potom definovány tři základní finanční ukazatele [11]:

- **Průtok** (Throughput)
  - peníze, které podnik dostane za prodej svých výrobků či poskytnutí služeb za jednotku času, neboli přidaná hodnota ve výrobě za jednotku času.
- **Investice** (Investment) / **zásoby** (Inventory)
  - peníze, které podnik investuje do nákupu výrobního materiálu,
  - investice do dlouhodobého hmotného i nehmotného majetku.
- **Provozní náklady** (Operating Expense)
  - množství peněz vložených do výrobního systému, který slouží k transformaci zásob na finální produkty.

Za zmínku stojí kniha *The Goal* [33] napsaná formou románu, která je z prostředí výrobního podniku a Goldratt v ní popisuje základní myšlenky Teorie omezení. Kniha byla přeložena do více než dvaceti světových jazyků a časopis Time jí řadí jako jednu mezi „25 nejvlivnějších manažerských knih“, které změnilly naše vnímání tohoto oboru. I z řad samotných čtenářů je kniha velmi dobře hodnocena.

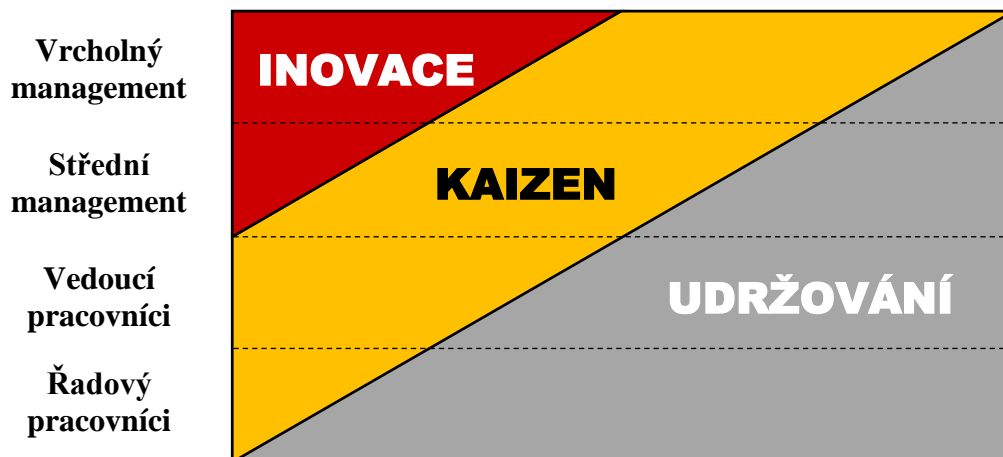
### 2.1.6 Kaizen

„Filozofie Kaizen předpokládá, že náš způsob života, ať už pracovní, společenský či rodinný, by se měl zaměřit na neustálé zlepšování.“ Takto definuje zakladatel Masaaki Imai tuhle metodu ve své knize *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management* [34]. Dále se domnívá, že Kaizen výrazně přispěl k úspěchu Japonska v oblasti konkurenceschopnosti. Kaizen se skládá ze dvou japonských slov: „kai“ – změna a „zen“ – lepší, což v překladu znamená „změna k lepšímu“.

Kaizen je tedy o neustálém zlepšování, které pomáhá v dosáhnutí dlouhodobých úspěchů bez větších investic. Také je potřeba, aby se do zlepšování zapojovali všichni zaměstnanci, od nejvyššího managementu až po řadové pracovníky. Je důležité, aby se pracovníci podíleli na tvorbě malých, avšak častých změn, které vedou ke zlepšení procesů.

Na Obr. 2.5 je znázorněno rozdělení rolí všech zaměstnanců při zlepšování v podniku. Všechny činnosti v podniku lze rozdělit na udržovací a zlepšovací (inovace, neustálé zlepšování

– Kaizen). Udržovací činnosti vedou k dosažení plánované výkonnosti dodržováním firemních standardů. Zlepšovací činnosti mají za cíl zvyšovat výkonnost. Každý zaměstnanec v podniku by měl mít oba typy činností ve své pracovní náplni. Vrcholný management se věnuje především zlepšovacím činnostem, které se odvíjí od postavení podniku na trhu, požadavkům trhu či konkurenci. Oproti tomu se od řadových pracovníků očekává, že se během své práce budou věnovat spíše udržovacím činnostem, i když by měli neustále přispívat drobnými změnami vedoucími ke zlepšení procesu.



Obr. 2.5: Japonské vnímání pracovních úloh (převzato z: [35])

Mezi japonskými a západními manažerskými přístupy existují výrazné koncepční rozdíly. Zejména Kaizen obsahuje mnoho vlastností, které jsou jedinečné pouze pro japonskou kulturu. Japonský přístup je zaměřen na malé a časté změny pomocí stávajících technologií, zatímco přístup západních společností upřednostňuje veliké inovace založené na technologických pokrocích. Dalším rozdílem je, že japonský přístup je orientován na lidi a prosazuje jejich úsilí o zlepšení, zatímco západní přístup se zaměřuje na hodnocení výkonu z hlediska různých ukazatelů výkonnosti. [34]



## 2.2 Nástroje zlepšování procesů

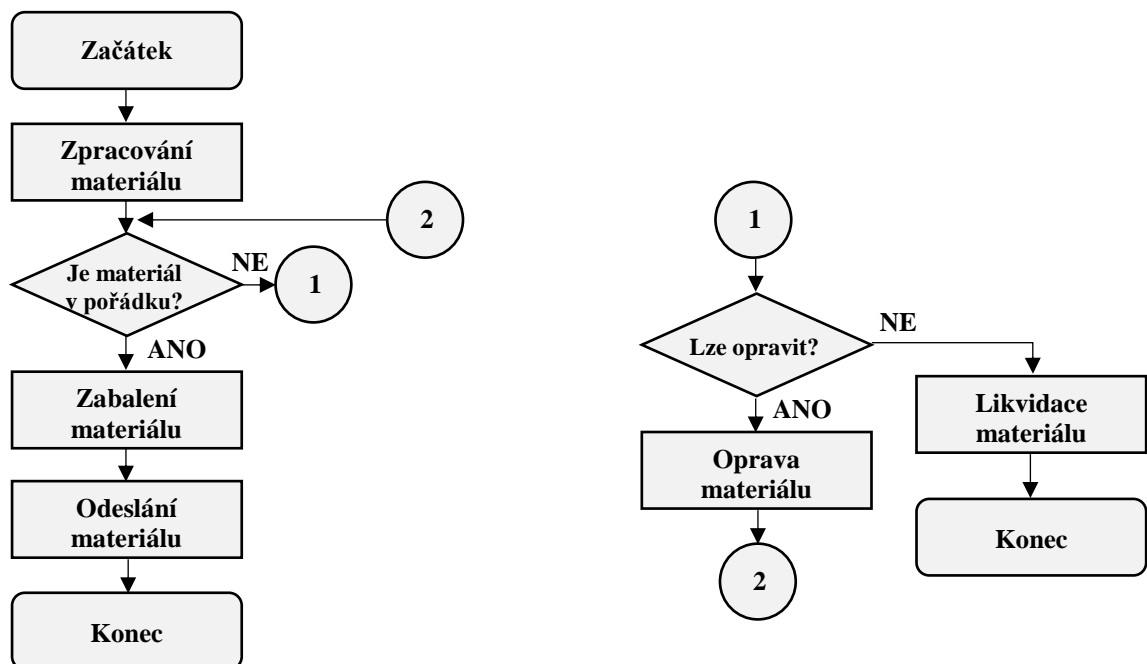
Při implementaci různých metod optimalizujících procesy (viz předchozí kapitola) se využívají různé podpůrné prostředky – nástroje. Každá metoda dle jejího zaměření často využívá specifických nástrojů a technik, které mohou být orientovány na zlepšování kvality, materiálového toku, optimalizaci pracovišť či postup při zlepšování procesů.

### 2.2.1 Nástroje kvality

V současnosti se při neustálém zlepšování kvality nejvíce využívají grafické nástroje známé jako „Sedm základních nástrojů zlepšování kvality – 7QC tools“. Tyto nástroje jsou prostředkem pro shromažďování dat a jejich analýzu. Všechny tyto nástroje mohou dohromady poskytnout užitečné informace o procesech a jejich kvalitě. Kaoru Ishikawa uvedl, že použitím těchto nástrojů lze vyřešit 95 procent všech firemních problémů.

#### Vývojový diagram (Flow chart)

Vývojový diagram slouží ke grafickému znázornění průběhu operací, činností, jejich souslednost a vzájemné vztahy v časové posloupnosti. Jedná se o nástroj, který ke znázornění tohoto průběhu využívá několik základních grafických symbolů. Mezi nejpoužívanější patří začátek/ konec, vstupy/ výstupy, spojka, šipky, činnost, dokument a rozhodovací blok.

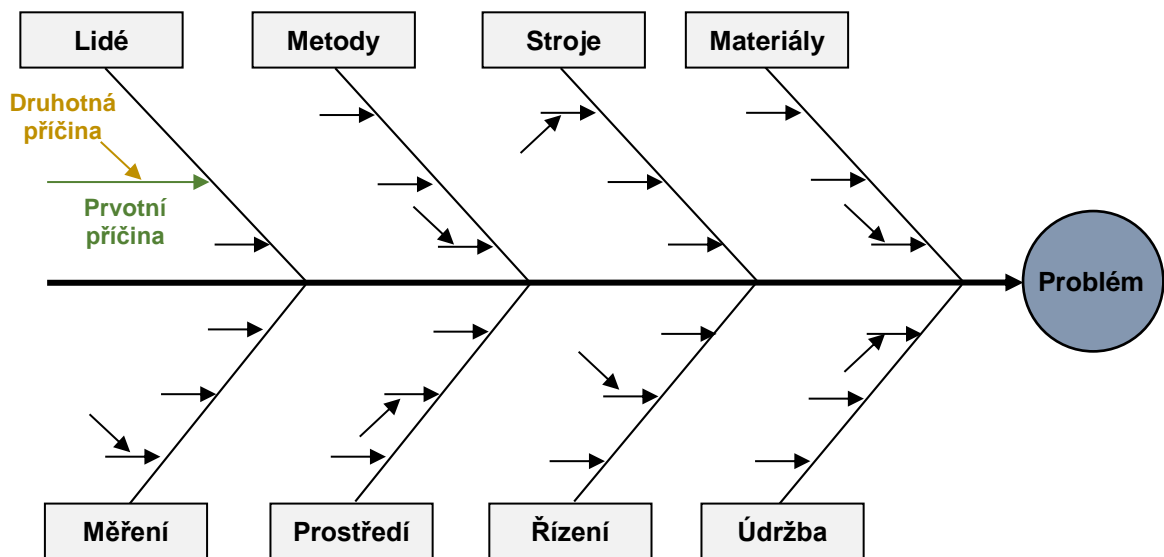


Obr. 2.6: Vývojový diagram (převzato z: [36])

Popis činností a procesů v grafické podobě se využívá kvůli své přehlednosti. Uživatel se ve vývojových diagramech rychleji a snadněji orientuje a při realizaci různých změn lze ihned sledovat, co se dále může ovlivňovat.

### Diagram příčin a následků (Ishikawa diagram)

Diagram příčin a následků, též Išikawův diagram nebo diagram „rybí kosti“. Tento diagram slouží k znázornění pravděpodobných příčin vad nebo problémů. Jedná se o vizuální nástroj s cílem nalézt všechny podněty, které by mohly vést k závažným problémům. Nejčastěji se tento diagram konstruuje při skupinovém setkání (brainstormingu) pro zpětné hledání příčiny problému nebo při návrhu výrobku pro preventivní eliminaci příčin problémů.

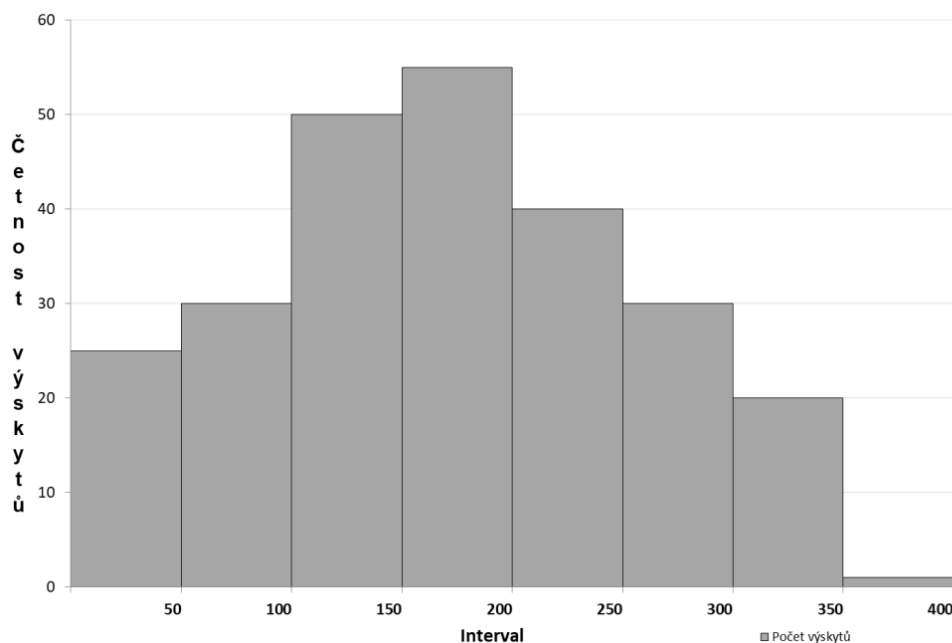


Obr. 2.7: Ishikawův diagram (převzato z: [37])

Při sestavování diagramu problém tvoří hlavu rybí kosti, hlavní kosti vedoucí od páteře tvoří kategorie, ve kterých se může problém nacházet (na Obr. 2.7 je vypsáno 8 základních kategorií používaných ve výrobě) a vedlejší kosti znamenají potencionální příčiny (doporučují se nejvýše 2 úrovně).

### Histogram

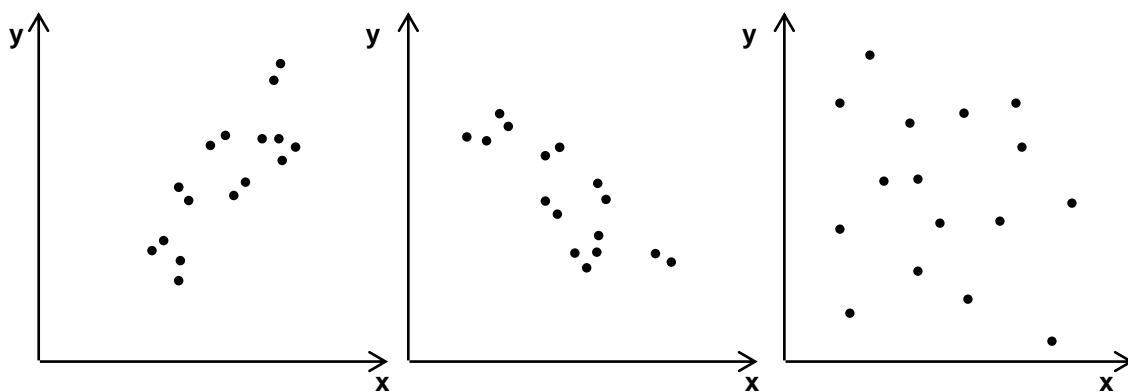
Histogram je grafickou podobou intervalového rozdělení četností. Jde o sloupcový graf, kde sloupce jsou vždy stejné šířky a vyjadřují určité intervaly (rozmezí číselných dat) a výška udává četnost (počet výskytů) sledované veličiny v jednotlivých intervalech. Využívá se k rozřídění velkého množství dat a dle tvaru se rozděluje na několik typů.



Obr. 2.8: Histogram

### Korelační diagram (Scatter diagram)

Pro tento diagram se využívají také názvy bodový graf nebo dle jeho použití korelační či regulační analýza. Jedná se o velice užitečný nástroj, kterým lze v kartézských souřadnicích sledovat vztah mezi dvěma sledovanými veličinami (proměnnými) a korelací lze odhalit příčinu problému.

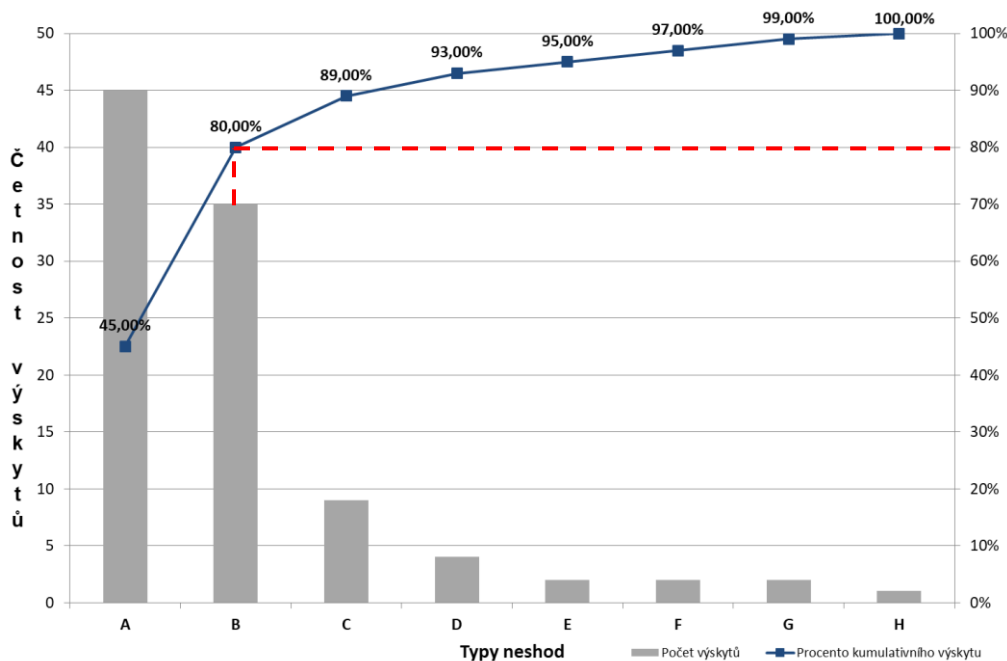


Obr. 2.9: a) přímá korelace b) nepřímá korelace c) nulová korelace

Korelační závislost mezi proměnnými může být přímá (pozitivní) nebo nepřímá (negativní). Pokud je závislost mezi proměnnými velmi slabá nebo vůbec neexistuje, veličiny jsou nezávislé (nulová korelace).

### Paretův diagram (Pareto chart)

Na tomto diagramu je založena Paretova analýza. Ta je podepřena na faktu, že většina následků vzniká z velmi malého počtu příčin - „životně důležitá menšina“, což je 5 až 20 procent nejčastějších příčin. Jedná se o sloupcový graf v kombinaci s kumulační křivkou (Lorenzova křivka), kde sloupce jsou seřazeny od nejvyššího k nejnižšímu.

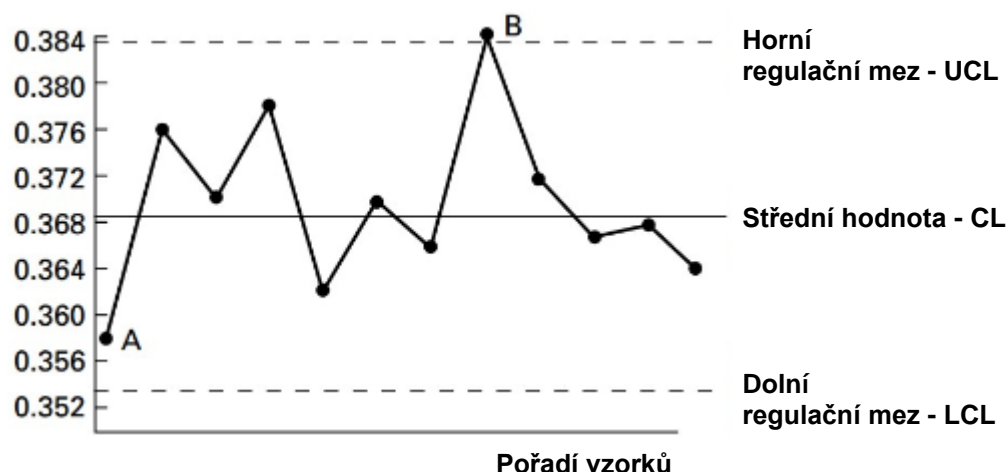


Obr. 2.10: Paretova analýza

Sloupce představují jednotlivé skupiny neshod (příčin) a výška znázorňuje jejich četnost. Poté se provede kumulativní sčítání a vyjádří se kumulativní součty v procentech z celkového součtu hodnot. Spojením bodů kumulativní relativní četnosti se vykreslí lomená čára – Lorenzova křivka. Z jejího průběhu se odečtou pro zvolenou hladinu důležitosti (v Obr. 2.10 se hladina důležitosti rovná 80 %), které typy neshod je nutno řešit, aby se dosáhlo podstatného snížení poruchovosti výrobku.

### Regulační diagram (Scatter diagram)

Tento typ diagramu se využívá pro znázornění dat v čase a pomáhá v odhalení nežádoucích problémů v procesu. Také je z něj schopno předvídat očekávaný rozsah výstupních dat z procesu, stanovit zda je proces stabilní nebo určovat, zda by případný projekt zlepšování kvality mohl zabránit vyskytujícím poruchám.



Obr. 2.11: Regulační diagram (převzato z: [38])

Diagram má označenou střední hodnotu (CL – Central Line), horní regulační mez (UCL – Upper Control Limit) a dolní regulační mez (LCL - Lower Control Limit). Pro regulační diagramy platí i další rozhodná kritéria pro určení stability procesu. Nazývají se testy nenáhodných seskupení a umožňují jiným způsobem detekovat poruchy a změny v procesu, které se neprojevují překročením regulačních mezí.

### Kontrolní tabulka (Control Sheet)

Kontrolní listy jsou jednoduché formuláře, které mohou uživateli pomoci systematicky zaznamenávat a třídit data. Jde o nástroj, který může být přizpůsoben pro nejrůznější účely (záznam o počtu vad, které se vyskytly během výrobního procesu či při výstupní kontrole, záznam o odvedené práci,...). Hlavní výhodou je jejich srozumitelnost a použití, ovšem nemají schopnost analyzování problémů souvisejících s kvalitou ve výrobě.

Tab. 2.II: Kontrolní list

Označení defektu	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Celkem
Vada 1						8
Vada 2						10
Vada 3						9
Vada 4						14
Vada 5						11
Vada 6						7
<b>Celkem</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>59</b>

### 2.2.2 Value Stream Mapping - VSM

Tento nástroj se překládá jako mapování hodnotového toku nebo mapování toku hodnot. Jedná se o základní nástroj štíhlé výroby, který slouží k sledování „cesty“ výrobku již od počátku celého procesu, tj. objednání zákazníkem až k dodavateli. Tímto nástrojem lze popsat procesy, které přidávají nebo nepřidávají hodnotu ve výrobních, servisních či administrativních strukturách, zkrátit průběžnou dobu výroby, odstranit plýtvání či snížit rozpracovanou výrobu. [39]

Hlavními výstupy VSM jsou [39]:

- **VA index (Value Added Index)** – index přidané hodnoty vyjadřuje, po jakou dobu je výrobku přidávaná hodnota vůči celkové době tvorby výrobku; udává se v procentech.
- **LT (Lead Time)** – průběžná doba výroby a cílem je její zkrácování.
- **VA Time (Value Added Time)** – přidaná hodnota výrobku, za kterou je zákazník ochoten platit.
- **NVA Time (Non Value Added Time)** – nepřidaná hodnota výrobku, která se považuje za plýtvání a zákazník za ní platit nechce.
- **Informace o velikosti a stavu rozpracovanosti.**
- **Množství meziskladů.**

### 2.2.3 Just in Time - JIT

Just in Time (někdy překládáno jako „právě včas“) usiluje o eliminaci zásob a tím snižování nákladů. Výrobní materiál je nakupován až v okamžiku potřeby, produkce výrobku je realizována až v okamžiku objednávky a polotovary se dodávají až v okamžiku potřeby následujícího střediska. Jedná se o systém přesného plánování, který organizuje logistické toky tak, aby byly minimalizovány dopravní a skladovací náklady. Aplikace JIT ovšem klade velmi vysoké nároky na naprosto přesnou koordinaci všech souvisejících procesů a toků. [40]

### 2.2.4 Kanban

Kanban, japonsky kartička nebo štítek, je jedním z podpůrných nástrojů metody JIT. Snahou tohoto systému je řízení výrobní logistiky (toku materiálu ve výrobě), který využívá jednoduchých kartiček pro řízení materiálových toků. Umožňuje redukovat zásoby, snižuje požadavky na skladovací prostory, zpřehledňuje materiálový tok ve výrobě či zlepšuje plnění

termínů. Tyto cíle jsou dosaženy zavedenými Kanban kartami (v současnosti se už využívají čtečky čárových kódů) a v případě, že se odebere položka ze zásob, načte se její kód a na dodavatelském pracovišti se ihned objeví požadavek po dané položce. [41]

### 2.2.5 5S

5S je program pěti základních principů zaměřených na organizované, přehledné a příjemné pracovní prostředí, zavedení pořádku a kázně. Vychází z pěti japonských slov [10]:

- **Třídít** – vytržení méně používaných (nepotřebných) položek na pracovišti od nezbytných a jejich likvidace.
- **Uspořádat** – označení odkládacích míst a jim přiřazených položek, které jsou nutné a jsou přístupné k okamžitému použití.
- **Čistit** – čištění pracoviště a údržba zařízení v zájmu zlepšování kvality a bezpečnosti.
- **Standardizovat** – neustálé a opakované zlepšování organizace práce.
- **Udržovat** – dodržování výše uvedených zásad 5S.

### 2.2.6 Poka-Yoke

Účelem nástroje Poky-Yoke je dosažení procesní odolnosti vůči chybám, čímž se získá vyšší kvalita výrobků. Jedná se o postup, který umožňuje vykonat činnost pouze jedním možným způsobem a lze tím tak odstranit chybovost způsobenou lidskou nepozorností. Napomáhá všem pracovníkům vyhnout se chybám z použití nesprávného dílu, vynecháním nějaké komponenty nebo dokonce celé montážní operace.

### 2.2.7 Analýza pracoviště

Analýza pracoviště napomáhá ke zvyšování produktivity, kvality, snižování plýtvání či definování potenciálních zlepšení. Tato analýza je nutná před započítím jakýkoliv změn, aby bylo jasně definované, které nedostatky je nutné změnit. Cílem analýzy nejčastěji bývá [42]:

- vytvoření snímku pracovního dne pracovníka,
- vyhodnocení ztrátových časů – nepřidávajících hodnotu,
- zpracování materiálových toků na pracovišti,
- vytvoření Spaghetti diagramu,
- analyzování způsobu organizace práce.

### **2.2.8 Optimalizace pracoviště**

Teprve po kvalitní analýze pracoviště je možná jeho optimalizace. Ta slouží ke zlepšení pracovních podmínek na pracovišti a odstranění veškerého plýtvání a dalších nedostatků. Při optimalizaci se především zaměřuje na zvýšení výkonu pracovníka, autonomnosti a kvality, zavedení prvků ergonomie, snížení nákladů způsobených plýtváním a standardizaci práce.



## Praktická část

### 3 Společnost ENGEL

Společnost ENGEL se řadí mezi největší výrobce vstříkovacích lisů na světě. Firma je zastoupena devíti výrobními závody na strategických místech po celém světě, přičemž se každý z těchto závodů specializuje pouze na vybrané produktové segmenty společnosti. Zastoupení společnosti je ve více než 85 zemích světa a aktuálně zaměstnává přibližně 5900 lidí. Centrální sídlo společnosti se nachází v rakouském Schwertbergu, kde zároveň probíhá vývoj nových technologií výroby a produktů. Roční obrat skupiny ENGEL činil 1,36 miliardy eur (údaj z obchodního roku 2016/2017) a vývozní kvóta tvoří 95 %, což znamená, že většina výrobků se vyváží mimo Rakousko. [43]



Obr. 3.1: Centrální sídlo v rakouském Schwertbergu (převzato z: [44])

Firma ENGEL byla založena roku 1945 panem Ludwigem Engelem a od jejího založení je stále ve 100 % rodinném vlastnictví. Roku 1948 byl patentován první vstříkovací lis společnosti a o čtyři roky později byl na trh uveden první vstříkovací stroj. Mezi další důležité milníky společnosti patří především [45]:

- 1965 - dcera Ludwiga Engela Irene a její manžel Georg Schwarz přebírají vedení společnosti,
- 1968 – elektronické řízení vstříkovacích lisů,
- 1972 – založení první zahraniční pobočky,
- 1977 – vybudování prvního výrobního závodu mimo Rakousko,
- 2013 – ENGEL se ujal pozice celosvětové jedničky v oboru vstříkování plastů.

Následovalo i další rozšiřování výrobních závodů do celého světa. Od roku 2001 se během šesti let otevřely výrobní závody v Pyungtaeku (Korea), Šanghaji (Čína) a Kaplici (Česká republika).

Mezi největší odběratele skupiny ENGEL patří firmy v automobilovém průmyslu (vyrábí od palubních desek, přes pedály až po nárazníky), dále pak ale také farmaceutické a telekomunikační společnosti, firmy zabývající se výrobou dětských hraček (LEGO) a další.

ENGEL ve spolupráci s partnerskými společnostmi a vysokými školami od roku 2012 také vyvíjí nové technologie a procesy pro zpracování kompozitních materiálů. Nyní od ENGELu tuto technologii využívá například světoznámá automobilka BMW. [46]

### 3.1 ENGEL strojírenská spol. s r.o.

Společnost Engel strojírenská spol. s r.o. je dceřinou společností rakouské firmy ENGEL AUSTRIA GmbH. Jediný výrobní závod v České republice, který se nachází v Kaplici, byl otevřen v roce 2001 s pouhými 12 zaměstnanci, ovšem v současnosti již s 930 zaměstnanci patří k největším zaměstnavatelům v regionu.

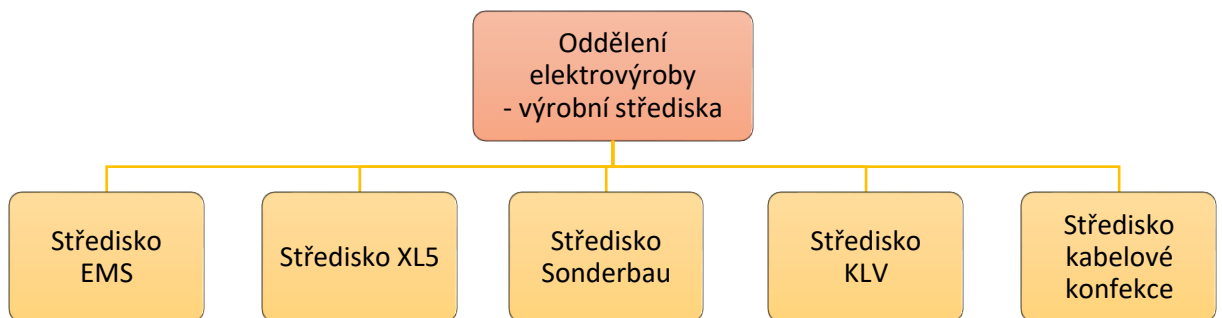


Obr. 3.2: Výrobní závod v Kaplici (převzato z: [44])

Tento závod se zabývá výrobou ocelových konstrukcí, průmyslovou automatizací a transportní technikou, a především výrobou elektrorozvaděčů. Všechny tyto produkty se už nekombinují pouze se svými vstřikovacemi lisami, nýbrž vyrábí se i pro externí zákazníky.

### 3.2 Organizační struktura ENGEL strojírenská spol. s r.o.

Nejvyšší vedení kaplického závodu je rozděleno na obchodní a výrobní (technický) úsek. Do obchodního úseku patří nejen finanční a personální oddělení, ale také například oddělení kvality a informatiky. Výrobní oddělení je rozděleno na nákup materiálu pro výrobu, logistiku, oddělení zpracování oceli (Stahlbau), periferie a elektrovýroby. Tato práce se zabývá střediskem KLV (středisko malých rozvaděčů), proto jsou na *Obr. 3.3* znázorněna pouze výrobní střediska na oddělení elektrovýroby.



*Obr. 3.3: Organizační struktura oddělení elektrovýroby*

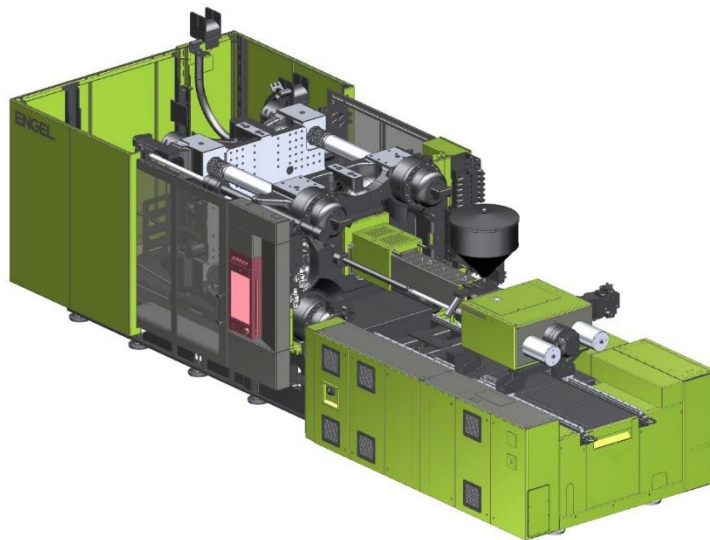
Jednotlivá střediska se zabývají vždy specifickou výrobou pro různou skupinu odběratelů:

- středisko EMS – montáž rozvaděčových skříní pro závod ve Schwertbergu,
- středisko XL5 – montáž rozvaděčových skříní pro závod v St. Valentinu,
- středisko Sonderbau – montáž rozvaděčových skříní pro externí zákazníky,
- středisko KLV – montáž menších rozvaděčových skříní,
- středisko kabelové konfekce – příprava drátů a kabelů pro kaplický závod.

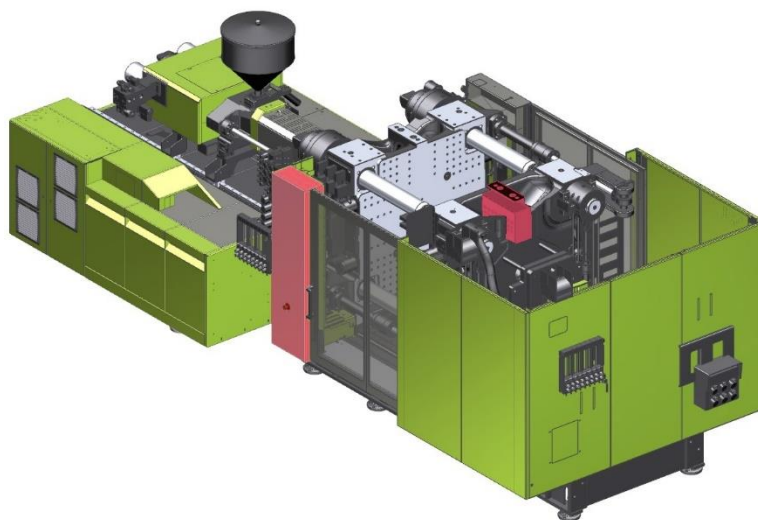
Do nevýrobního úseku oddělení elektrovýroby patří například příprava výroby, oddělení techniků či projektový manažer a další.

## 4 Středisko KLV

Středisko KLV neboli středisko malých rozvaděčů, se vyznačuje montáží menších rozvaděčů pro vstřikovací stroje. Na středisku se montují 3 typy rozvaděčů pod označením XL10, XL11 a XL12. Rozvaděč XL11 neboli ovládání stroje se z pohledu obsluhy vstřikolisu nachází na přední straně stroje, rozvaděč XL10 na zadní straně a XL12 lze nalézt na horní straně pohyblivé zavírací části. Všechny tyto rozvaděče jsou červeně znázorněny na *Obr. 4.1* a *Obr. 4.2* - vstřikolis ENGEL duo 8160/700, který se vyznačuje plně hydraulickým pohonem a uzavírací silou 700 tun.



*Obr. 4.1: Přední strana vstřikolisu typ ENGEL duo 8160/700*



*Obr. 4.2: Zadní strana vstřikolisu typ ENGEL duo 8160/700*

## 4.1 Popis produktů

### Produkt XL10

XL10 je elektrická rozvaděčová skříň, která slouží k propojení vstřikovací a zavírací části. Jsou k ní připojeny všechny senzory umístěné na pevné upínací desce vstřikolisu. Dále slouží k ovládání ventilů a hydrauliky pevné zavírací části či bezpečnostních elektrických zámek hrazení zavírací části. Hlavní funkcí je umožnění rozdělení stroje při transportu, proto se vyskytuje pouze u větších vstřikovacích strojů (od uzavírací síly 350 tun), které se vyrábí v závodě St. Valentin (Rakousko). Ve výrobní dokumentaci se pro tento rozvaděč používá celý název +F10-XL10 a nově se přechází na název +AS40-XL40.



Obr. 4.3: Rozvaděčová skříň XL10

Princip montáže spočívá v osazení, drátování a kabelování již svařené a nalakované skříně a dveří dodaných z jiných středisek nacházejících se v kaplickém závodě. Skříň se nejprve osadí panty na dveře, kabelovými koryty a přístrojovými lištami. Tyto lišty se poté dle osazovacího plánu osadí řízením a svorkovnicemi. Následuje osazení kabelových průchodek, popřípadě záslepek na otvory nacházející se ve spodní a boční straně skříně. Těmito průchodkami se protáhnou kabely, které se opracují a zapojí. Po zapojení kabelů se zbytek svorkovnic a řízení propojí dráty. Pokračuje se přípravou dveří, která spočívá v osazení nouzovým tlačítkem a zámky. Takto připravené dveře se osadí na skříň a nouzové tlačítko se zapojí.

## Produkt XL11

Produkt XL11 neboli ovládací panel stroje slouží k inteligentnímu ovládání celého vstřikolisu. Jedná se o dotykovou obrazovku a centrální ovládací prvek e-move, pomocí kterého lze řídit všechny pohyby strojů a robotů manuálně a následným stisknutím spustit výrobu. Výhodou tohoto ovládání je přehledné a uživatelsky příjemné prostředí menu a intuitivní obsluha.



Obr. 4.4: Ovládací panel vstřikolisu (převzato z: [47])

Tento produkt se skládá z montáže dvou částí k sobě. Jedná se o plechovou skříň taktéž připravovanou v kaplickém závodě, ovšem druhá část je dotyková obrazovka, která se dodává od externího dodavatele. Plechová skříň se nejprve osadí konstrukčními díly, mezi které patří například indikátor teploty, gumové dorazy či plechové držáky, sloužící k upevnění obrazovky. Následuje osazení přístrojové lišty, svorkovnice, kabelových průchodek, konektoru a elektrického aktuátoru. Obrazovka se propojí s osazenou plechovou skříní a vycentruje se. Montáž končí v zakrytí horní části skříně, ve které se nachází svorkovnice, krycím panelem.

## Produkt XL12

K tomuto rozvaděči jsou ve vstřikolisu připojeny všechny senzory umístěné na pohyblivé zavírací části stroje a zároveň také slouží k ovládání elektricky řízených částí pohyblivé desky. V Kaplici se vyrábí XL12 pouze k větším vstřikovacím lisům kompletovaných v St. Valentinu. Ve výrobní dokumentaci se pro tento rozvaděč používá celý název +G12-XL12 a nově se přechází na název +AS50-XL50.

Montáž tohoto produktu se skládá z osazení a zapojení menší plechové skříně. Plechová skříň se osazuje průchodkami, záslepkami a svorkovnicemi. U delší skříně se dále osazují průmyslové konektory Harting. Následuje opracování kabelových svazků a kompletace (složení a zapojení) většího množství konektorů (průmyslové konektory Harting, konektory D-sub a RJ45, zásuvkové krabice a další). Množství montovaných konektorů závisí na typu a velikosti vstřikovacího stroje.

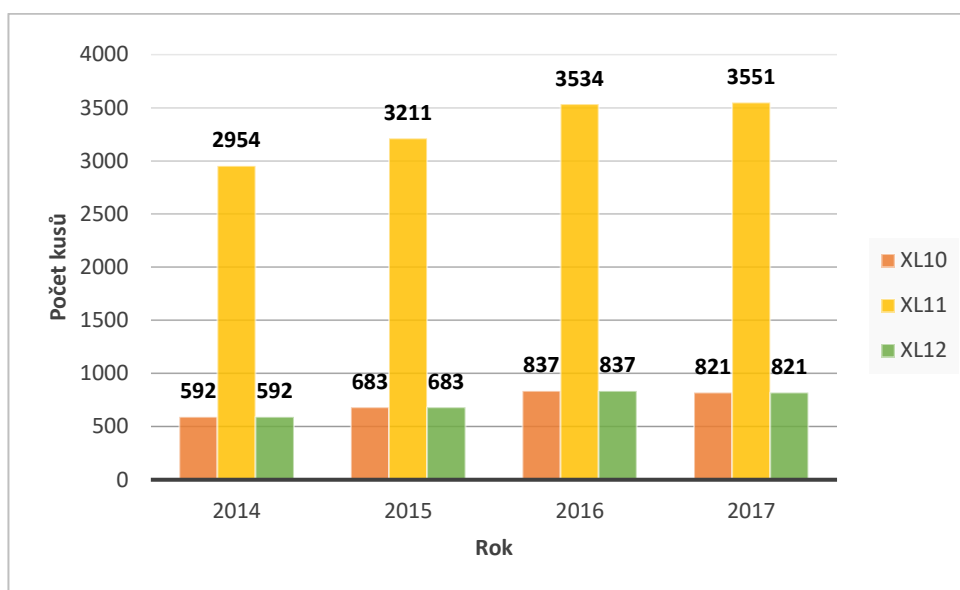
### Parametry produktů

Z důvodu odlišných parametrů vyráběných vstřikolisů společnosti ENGEL, se liší i parametry montovaných rozvaděčů a dalších komponent. Zatímco ovládací panel, tzn. XL11 má standardizované rozměry, rozměry XL10 a XL12 se u každého stroje liší. Všechny rozměry popisovaných produktů jsou uvedeny v Tab. 4.I.

Tab. 4.I: Technické údaje standardně vyráběných produktů

Rozměry	XL10	XL11	XL12
Délka skříně [mm]	450	346	450 – 850
Šířka skříně [mm]	212	150	168
Výška skříně [mm]	1600 – 2000	803	300

## 4.2 Produkce jednotlivých produktů



Obr. 4.5: Produkce jednotlivých výrobků

Produkce jednotlivých výrobků za kalendářní roky 2014 až 2017 je znázorněna na Obr. 4.5. Jak již bylo zmíněno, v Kaplici se vyrábí XL10 a XL12 pouze pro větší vstřikovací stroje (uzavírací síla 3 500 až 55 000 kN – síla potřebná k tomu, aby se forma vlivem tlaku taveniny při vstřikování neotevřela), proto se jejich množství každý rok shoduje. XL11 se dodává i k menším a středním vstřikolisům, které se montují ve Schwertbergu (uzavírací síla do 6 500 kN). Zatímco se výroba XL10 a XL12 v roce 2015 navýšila o 91 zakázek, v roce 2016 už nárůst tvořil 154 zakázek oproti roku 2015. Výroba menších a středních vstřikolisů se každý rok zvýšila přibližně o 169 zakázek, proto největší vliv na nárůst výroby XL11 měl právě nárůst produkce velkých strojů. V roce 2017 produkce XL10 a XL12 poklesla z důvodu stěhování výroby rozvaděčů EMV do nově rozšířených výrobních prostor, proto při stanovení ročních ztrát a další optimalizaci byl zvolen rok 2016.

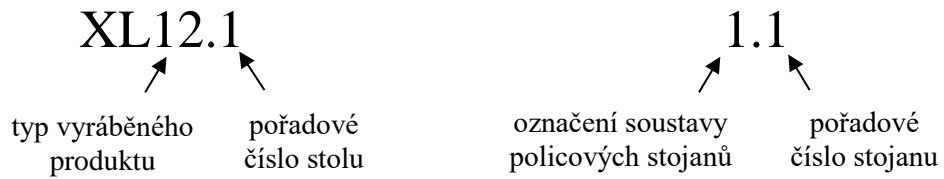
## 4.3 Současný stav střediska KLV

V současné době výrobní pracoviště disponuje 300 m<sup>2</sup> (červeně ohraničená plocha na Obr. 4.7). Na této ploše se nachází 15 pracovních stolů, z nichž jsou 3 stoly na výrobu XL10, 3 stoly na XL11 a 9 stolů na XL12. Na jedenácti pracovištích jsou zaměstnancům k dispozici i pomocné stoly o menších rozměrech. Dále je zde stůl pro dva mistry, materiálové policové stojany (označeny čísly 1.x a 2.x), stojan na dovezené dotykové obrazovky či předávací místo KK (na toto místo se dováží předpřipravené kabely ze střediska kabelové konfekce).

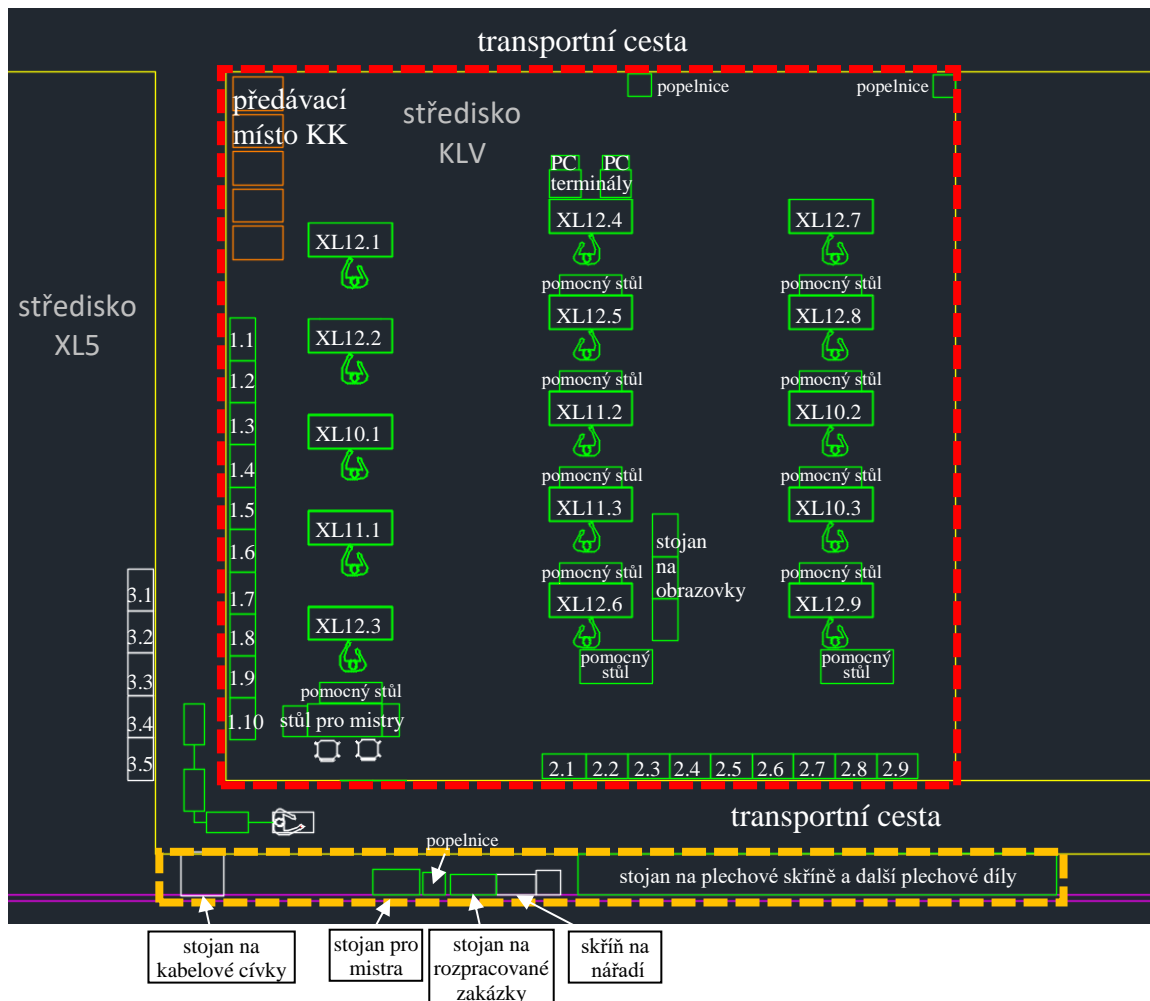


Další prostory (oranžově ohraničená plocha o celkové ploše 22 m<sup>2</sup> na *Obr. 4.7*), které se využívají, jsou pro skladování plechových skříní a dalších plechových dílů, rozpracovaných zakázek nebo méně používaného nářadí.

Pro každé pracoviště a materiálové policové stojany bylo zvoleno své vlastní označení, aby se při analýze výrobního procesu lépe popisoval pohyb pracovníka. Příklad popisu označení je uveden na *Obr. 4.6*.



*Obr. 4.6: Příklad označení pracovních stolů a materiálových stojanů*



Obr. 4.7: Popis současného střediska KLV

Ze současného layoutu lze vidět, že stoly jsou rovnoměrně uspořádány ve třech sloupcích po pěti stolech, ovšem vyráběné produkty jsou náhodně, bez jakéhokoli smyslu rozděleny na pracovní stoly. Zde se dá odvodit první nedostatek pracoviště a to ten, že každý produkt nemá pouze potřebný materiál u pracoviště. Například stojan na obrazovky se nachází u pracovního stolu XL11.3, což je v pořádku, ale už se nenachází u stolu XL11.1 a XL11.2. Největším nedostatkem pracoviště je veliký ztrátový čas z důvodu nadměrné chůze pracovníků pro volně dostupný materiál tzv. Schüttgut v materiálových stojanech.

## 5 Analýza výrobních procesů

Na Obr. 5.1 je znázorněn model popisující proces výroby analyzovaných produktů. Objednávka se po jejím přijetí zpracuje, tzn. nastaví se v systému termíny výrobních operací a poté se uvolní. Lakování již dříve vyrobených plechových dílů se provádí dva dny před finální montáží produktů. Proces končí kontrolou produktu a vývozem.



Obr. 5.1: Model výroby analyzovaných produktů

Analýza montáže byla uskutečněna prostřednictvím nepřetržitého pozorování a měření celkové spotřeby času během montáže produktů. Tímto pozorováním se zjistily nedostatky během montáže, mezi které patří především plýtvání či nedostatky v zásobování pracoviště. Dalším krokem analýzy bylo stanovení potřebného množství pracovních stolů, návrh pracovišť a layoutu.

### 5.1 Montáž XL10

Jak již bylo zmíněno, v roce 2016 se vyrobilo 837 rozvaděčových skříní XL10. Průměrná doba montáže činila 9 hodin, ovšem občas se vyskytly zakázky i se 17 hodinovou normou (rozvaděčová skříň pro největší vyráběné vstříkovací lis). Norma je dle firemních standardů počítaná pomocí metody předem stanovených časů, konkrétně pomocí MTM-MEK. K analýze se proto využila zakázka, která měla již předem stanovenou 9 hodinovou montážní dobu.

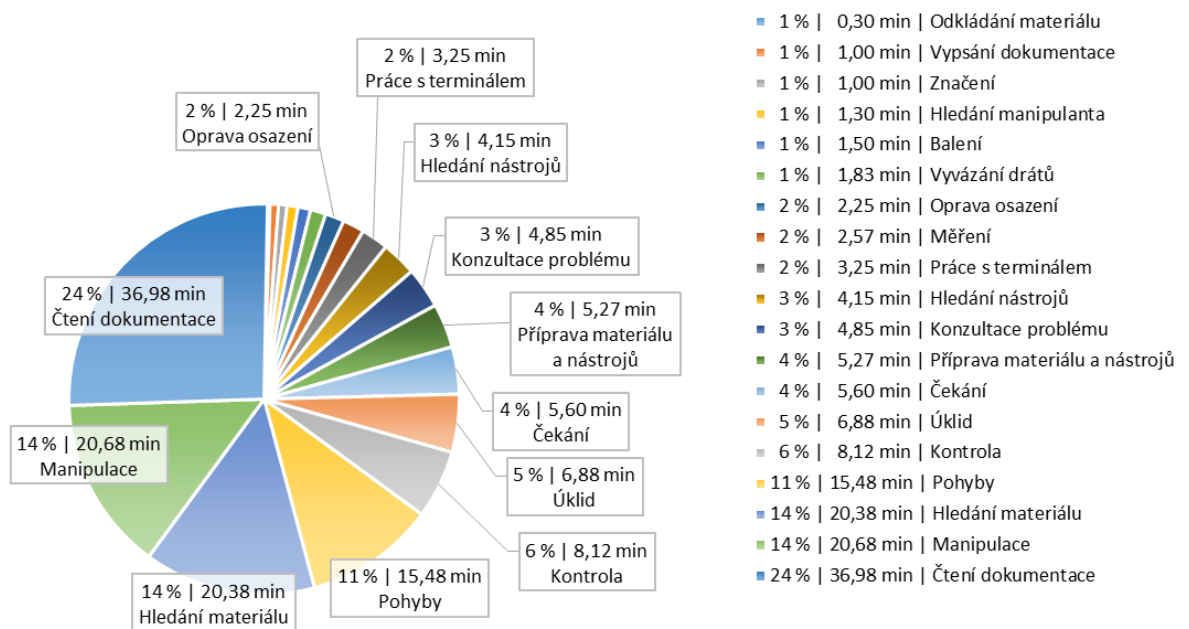
#### Analýza montáže XL10

Výsledkem analýzy byla celková montážní doba, která činila necelých 11 hodin. Jednotlivé pracovní úkony při montáži byly rozlišeny na úkony přidávající hodnotu produktu a úkony, které hodnotu produktu nepřidávají. Zjednodušeně řečeno si lze představit, že hodnota produktu se zvyšuje, pokud se mění vlastnosti produktu, především fyzické. Výsledky analýzy z pohledu mapování hodnotového toku jsou v Tab. 5.I.

Tab. 5.I: Analýza montáže XL10

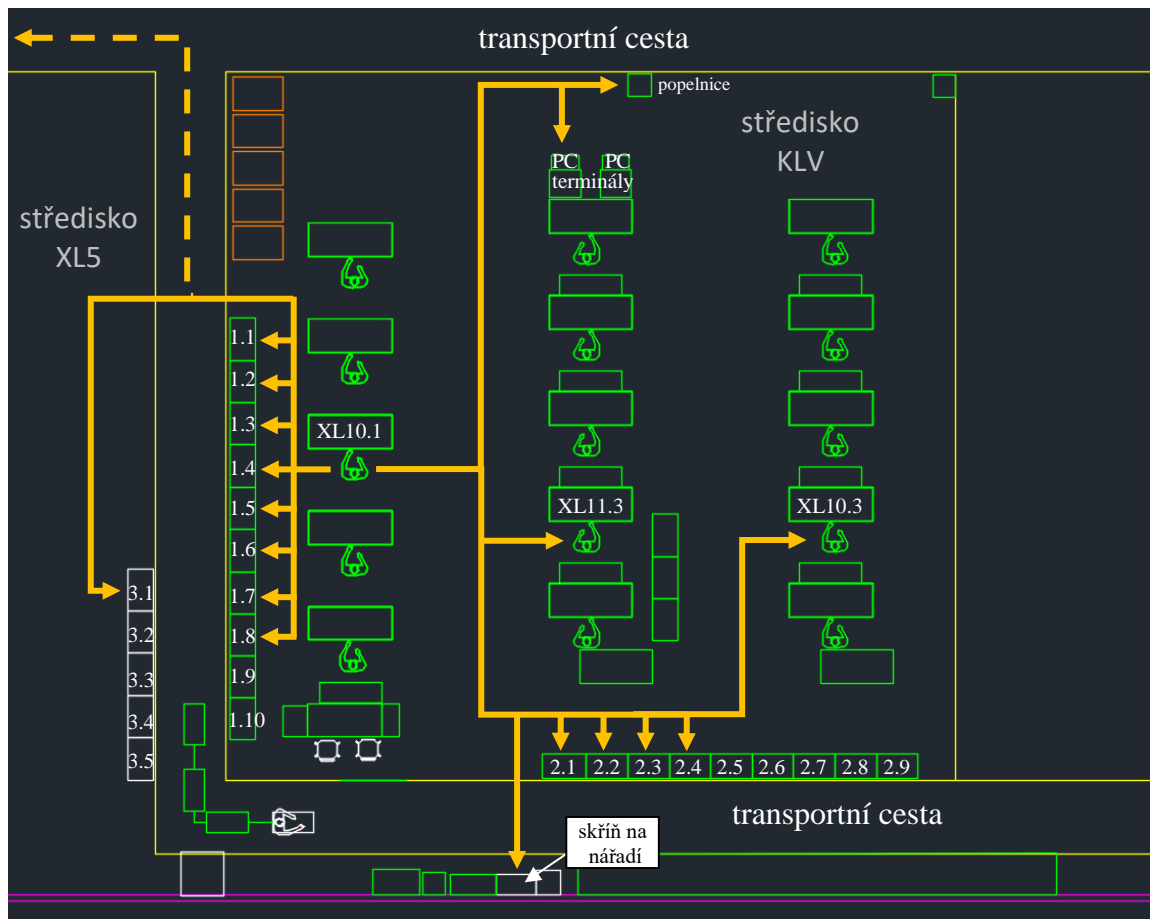
Popis	Doba montáže [hod:min:s]	Doba montáže [hod]	Doba montáže [%]
Přidaná hodnota	8:27:13	8,45	78
Nepřidaná hodnota	2:23:24	2,39	22

Z výsledků naměřených hodnot montáže XL10 je patrné, že velická část úkonů nepřidává výrobku žádnou hodnotu. Za činnosti nepřidávající hodnotu není zákazník ochoten platit a měly by se odstranit. Z Obr. 5.2 je zřejmé, že největšími zdroji plýtvání jsou čtení dokumentace při osazování a zapojování rozvaděče, manipulace se skříní, kabely či dveřmi, hledání materiálu ve stojanech a chůze pro materiál či nářadí k montáži.



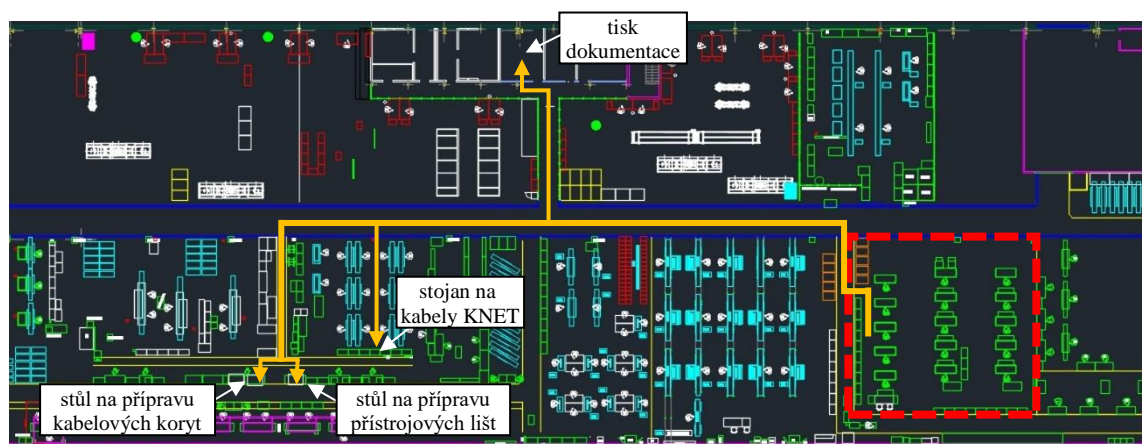
Obr. 5.2: Zdroje plýtvání při montáži XL10

Čtení dokumentace zabralo zaměstnanci během montáže téměř 40 minut (24 % z celkového plýtvání), což bylo zapříčiněno horší orientací v dokumentaci a papírovou formou dokumentace. Dokumentace byla rozdělena do dvou částí po několika stranách a při zapojování bylo zapotřebí neustálé přehazování mezi oběma částmi. Dále mezi plýtvání patřila také manipulace. Nejen se skříní před osazováním a zapojováním, ale i s přepravkami, ve kterých byly uloženy svazky kabelů. Přepravky se přemisťovaly kvůli výběru vhodných svazků při zapojování (aby bylo zajištěno postupné zapojování dle dokumentace) a ani neustálé předklánění zaměstnance nebylo ideální z ohledu na zdraví.



Obr. 5.3: Pohyb dělníka po středisku KLV během montáže XL10

Posledními výraznějšími zdroji plýtvání byly nadbytečné pohyby zaměstnanec pro náradí či materiál. Pro všechny materiál musel zaměstnanec ke stojanu, kde ho následně hledal a opět se vracel ke svému pracovišti. Na Obr. 5.3 je znázorněn pohyb pracovníka po středisku KLV.



Obr. 5.4: Pohyb dělníka po výrobní hale během montáže XL10

Na Obr. 5.4 je jeho pohyb po oddělení elektrovýroby. Tento pohyb byl způsoben chybějící dokumentací, a především přípravou kabelových koryt a přístrojových lišt, jelikož ve výrobní hale je pouze jediný stůl se stříhacím přípravkem vhodným pro jejich přípravu.

Pokud by se odstranily čtyři nejvýraznější zdroje plýtvání (čtení dokumentace, manipulace, hledání materiálu a pohyby), došlo by k omezení plýtvání z 65 %. Pro zredukování plýtvání o 80 % by bylo třeba odstranit další tři největší zdroje plýtvání (kontrolu, úklid a čekání).

### Stanovení ročních ztrát

Pro stanovení ročních ztrát je nejprve nutné vypočítat finanční ztrátu, která vznikne při montáži jednoho rozvaděče. Tato finanční ztráta vychází z následujícího vztahu (1):

$$\begin{aligned} \text{finanční ztráta} & & (1) \\ &= \text{čas nepřidávající hodnotu} \times \text{hodinová nákladová sazba} \end{aligned}$$

, kde *čas nepřidávající hodnotu* je doba plýtvání při montáži jednoho rozvaděče, *hodinová nákladová sazba* je součin celkových nákladů střediska a počtu efektivních odpracovaných hodin za dané období.

Stanovení ročních ztrát proběhne na základě vzorce (1), který vypočítal finanční ztrátu na jednom rozvaděči a roční produkce rozvaděče. Výpočet poté bude vypadat takto (2):

$$\text{roční ztráty} = \text{finanční ztráta} \times \text{roční produkce rozvaděče} \quad (2)$$

Po dosazení hodnot do vzorce (1), kde čas nepřidávající hodnotu byl 2,39 hodin a hodinové nákladové sazby, která činila 581,93 Kč, bude výsledek (3):

$$\text{finanční ztráta} = 2,39 \times 581,93 = 1390,81 \text{ Kč} \quad (3)$$

Vynásobením výsledku z rovnice (3) a roční produkce 837 rozvaděčů, bude celková roční ztráta (4):

$$\text{roční ztráty} = 1390,81 \times 837 = 1\,164\,108 \text{ Kč} \quad (4)$$

K analýze se využila zakázka s průměrnou 9 hodinovou montážní dobou, ovšem celkové roční ztráty nemusí být zcela přesné z důvodu variability montážní doby rozvaděčů.

## 5.2 Montáž XL11

Rozvaděčových skříní XL11 se v roce 2016 vyrobilo 3534. Doba normy 1,5 hodiny byla pro všechny rozvaděče stejná, nehledě na to, zda se jednalo o skřín pro vstřikovací stroje kompletovaných ve Schwertbergu či St. Valentinu.

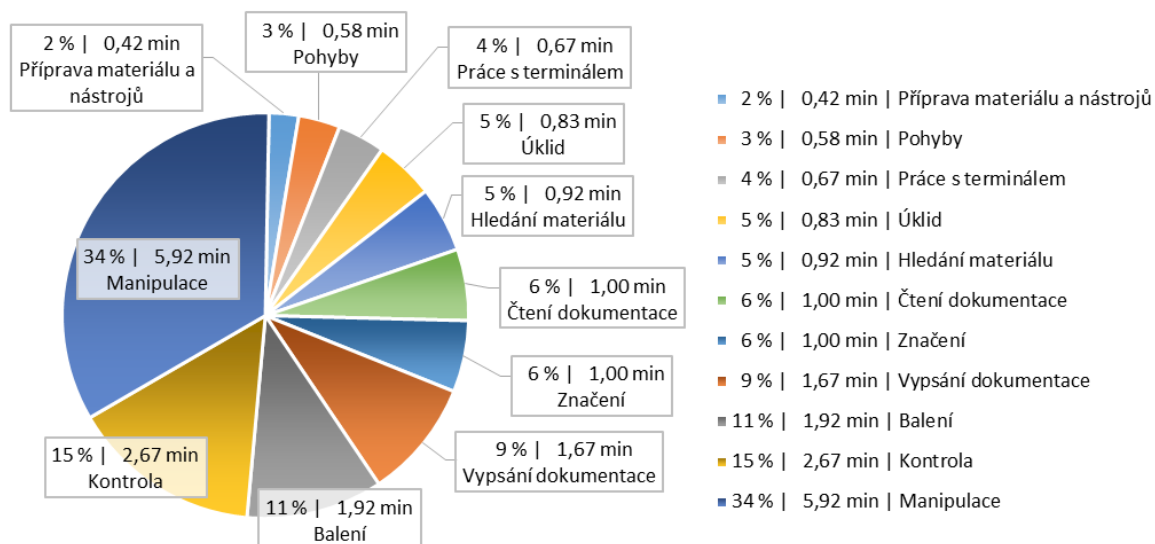
### Analýza montáže XL11

Vzhledem k tomu, že se přešlo na výrobu novějšího typu ovládacího panelu, tedy i na jinak vyráběného, nebyla zde stále stanovena norma dle metody MTM-MEK. Proto z analýzy procesu vyšlo, že montážní doba byla kratší než stanovený normovaný čas. Výsledky analýzy procesu týkající se produktu XL11 jsou v Tab. 5.II.

Tab. 5.II: Analýza montáže XL11

Popis	Doba montáže [hod:min:s]	Doba montáže [hod]	Doba montáže [%]
Přidaná hodnota	0:33:20	0,56	65
Nepřidaná hodnota	0:17:35	0,29	35

U tohoto produktu 35 % všech procesů při montáži nepřidává hodnotu produktu. Zde je to dáno především častou manipulací s obrazovkou. Na Obr. 5.5 je podrobnější zobrazení zdrojů plýtvání.

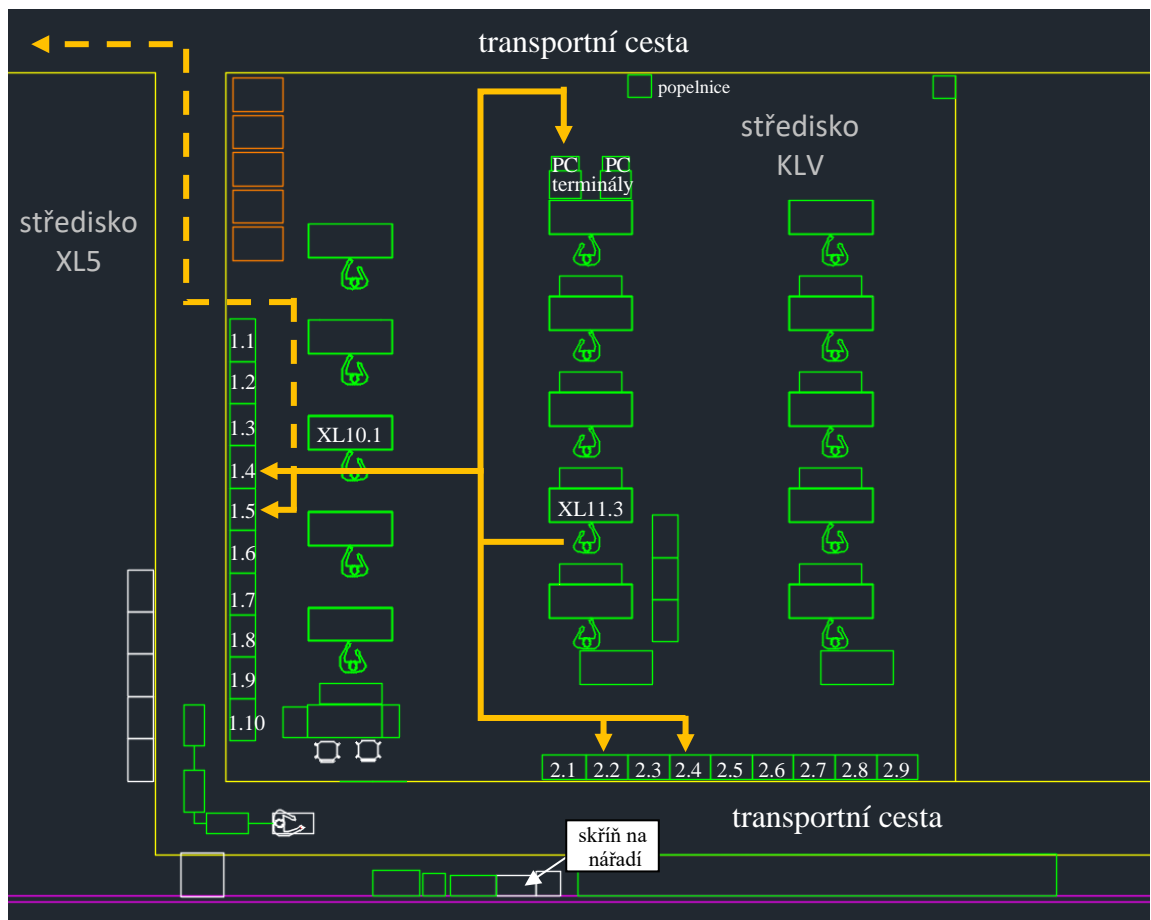


Obr. 5.5: Zdroje plýtvání při montáži XL11

Nejčastějším zdrojem plýtvání byla manipulace, poté stejně jako u montáže XL10 následovaly pohyby zaměstnance. Tyto zdroje tvořily téměř polovinu všeho plýtvání. Mezi další zdroje patřily kontrola, balení či vypsání dokumentace. Pokud by se odstranily čtyři

nejvýraznější zdroje plýtvání (manipulace, nadbytečné pohyby, kontrola a balení), došlo by k omezení plýtvání ze 70 %. Pro zredukování plýtvání o 80 % by bylo třeba odstranit další dva největší zdroje plýtvání (vypisování dokumentace a hledání materiálu).

Při montáži XL11 se jednalo o značně méně nadbytečných pohybů. Bylo to dáno především mnohem kratší montáží oproti XL10 a také méně členitou výrobou. K výrobě se používá méně materiálu, pro který je nutné chodit do materiálových stojanů. I přesto se jednalo o značnou část plýtvání. Čárkovaná čára v Obr. 5.6 značí pohyb pracovníka ke stolu na přípravu přístrojových lišt.



Obr. 5.6: Pohyb dělníka po středisku KLV během montáže XL11

### Stanovení ročních ztrát

Při montáži tohoto produktu činnosti nepřidávající hodnotu trvaly 0,29 hodin a po dosazení do vzorce (1), bude výsledná finanční ztráta při montáži jednoho rozvaděče (5):

$$\text{finanční ztráta} = 0,29 \times 581,93 = 168,76 \text{ Kč} \quad (5)$$



Celkové roční ztráty opět získáme vynásobením finanční ztráty na jednom rozvaděči (5) a celkovým počtem vyrobených rozvaděčů za rok. Výsledná roční ztráta bude činit (6):

$$\text{roční ztráty} = 168,76 \times 3534 = 596\,398,84 \text{ Kč} \quad (6)$$

### 5.3 Montáž XL12

V roce 2016 bylo vyrobeno 837 produktů XL12. U toho produktu je doba montáže velice variabilní z důvodu zapojování různého množství konektorů. Průměrná doba montáže v roce 2016 činila 14 hodin. K analýze byla zvolena zakázka s 8 hodinovou montážní dobou, která se lišila pouze v menším počtu kompletovaných konektorů.

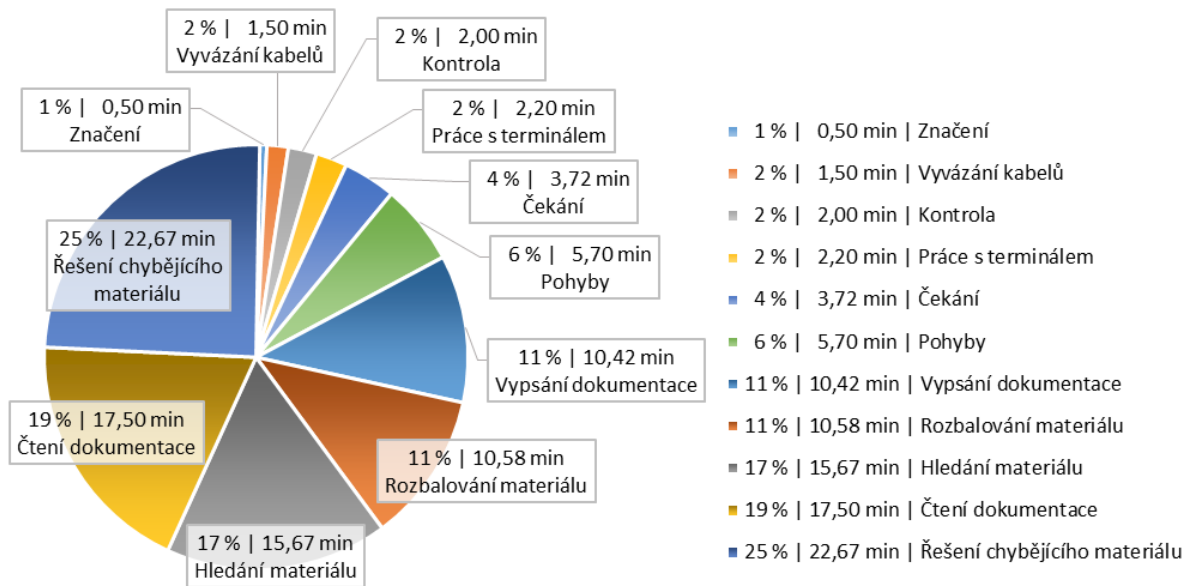
#### Analýza montáže

Výsledkem analýzy bylo, že doba montáže činila 7 hodin a 18 minut. Lze tedy usoudit, že ani zde nejsou normy vhodně nastaveny, protože doba montáže byla o 42 minut kratší než norma. U tohoto produktu bylo 21 % z celkové doby montáže, které lze považovat za plýtvání.

Tab. 5.III: Analýza montáže XL12

Popis	Doba montáže [hod:min:s]	Doba montáže [hod]	Doba montáže [%]
Přidaná hodnota	5:45:39	5,76	79
Nepřidaná hodnota	1:32:27	1,54	21

Podrobnější popis plýtvání je zobrazen na Obr. 5.7.



Obr. 5.7: Zdroje plýtvání při montáži XL12

Při této montáži je největším zdrojem plýtvání řešení chybějícího materiálu s technikem. Je to zapříčiněno především špatně vyskladněným materiálem pracovníky logistiky. Mezi další výrazné zdroje plýtvání patří čtení dokumentace, hledání materiálu či jeho rozbalování. Pohyb při montáži XL12 neměl výrazný vliv na plýtvání, proto zde nebyl vytvořen Spaghetti diagram.

### Stanovení ročních ztrát

Doba montáže, která se považuje za plýtvání, činila 1,54 hodin. Vynásobením doby plýtvání a hodinové nákladové sazby dle vzorce (1), se stanoví finanční ztráta při montáži jednoho rozvaděče XL12 (7).

$$\text{finanční ztráta} = 1,54 \times 581,93 = 896,17 \text{ Kč} \quad (7)$$

Celkové roční ztráty se získají vynásobením finanční ztráty na jednom rozvaděči (7) a celkovým počtem vyrobených rozvaděčů za rok. Výsledná roční ztráta bude činit (8):

$$\text{roční ztráty} = 896,17 \times 837 = 750\,094,30 \text{ Kč} \quad (8)$$

## 6 Návrh vlastního řešení

Postup optimalizace spočíval v zavedení štíhlého pracoviště ve středisku malých rozvaděčů. Základní myšlenkou štíhlého pracoviště je, že se zde nachází pouze potřebné věci pro výrobu. Prvním krokem optimalizace byl výpočet výrobní kapacity střediska na jednotlivé produkty, tzn. výpočet potřebných pracovišť na středisku a používaného materiálu. Dalším důležitým krokem bylo zajištění vhodného zásobování pracovišť a následné vytvoření nového layoutu střediska.

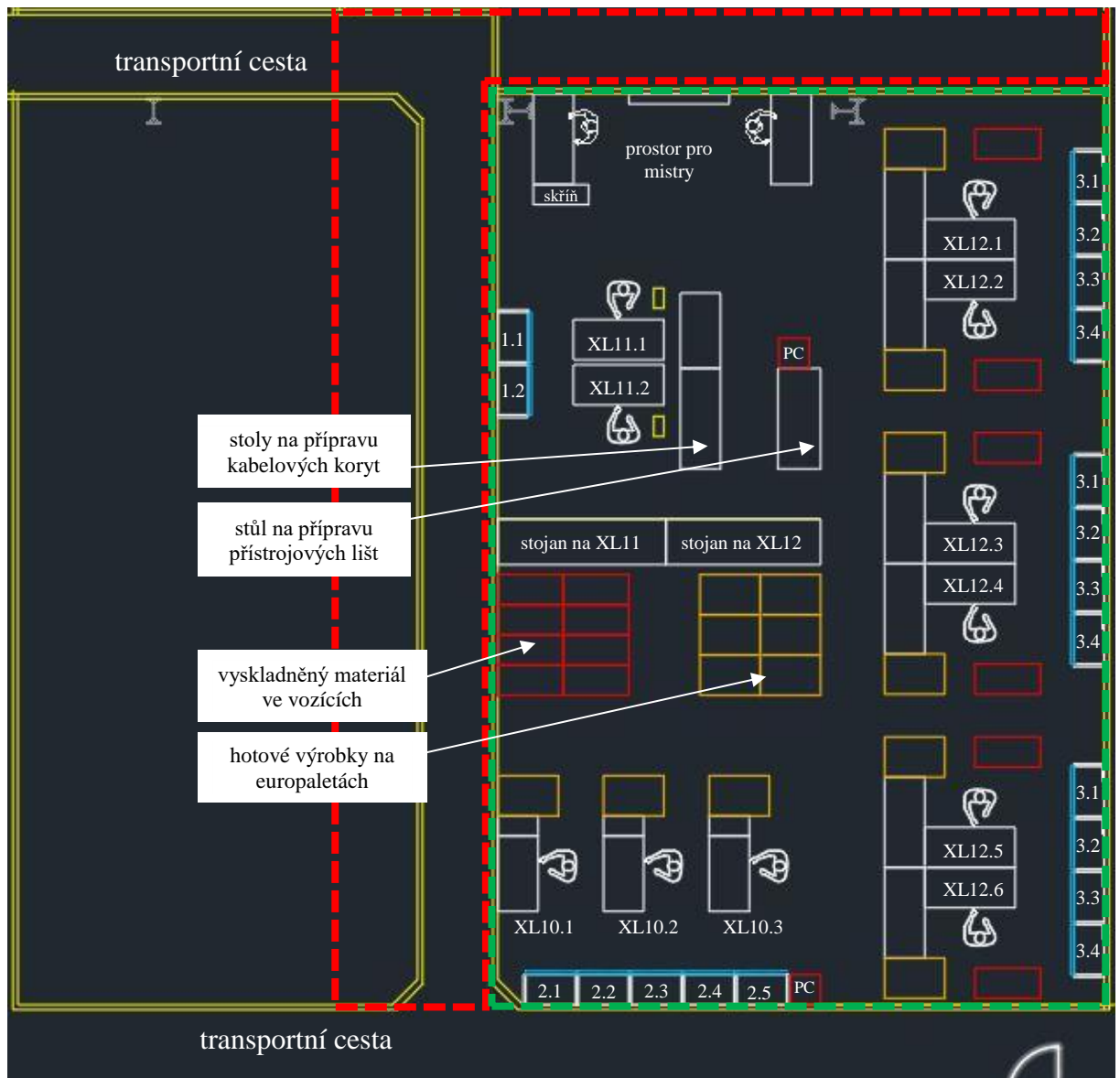
### 6.1 Výpočet potřebných pracovišť

Z roční produkce produktů bylo zjištěno, že je na středisku mnohem více pracovišť, než je potřeba. Tento fakt je založen i na tom, že na každé směně je pouze 9 montážních pracovníků. V optimalizaci je počítáno se specifickými stoly pro jednotlivé produkty, proto musí být počítáno s každým produktem zvlášť a s dvousměnným provozem (15 montážních hodin na jednom stole za pracovní den).

Z výrobní kapacity lze vypočítat, že pro XL10 musí být k dispozici 3 montážní stoly a pro XL11 2 stoly. Z důvodu vyskytujících se zakázek XL12 s montážní dobou delší než je směna pracovníka (7,5 hodin) a vysokou variabilitou montáže XL12 by bylo vhodné, aby montáž nebyla předávaná mezi směnami, ale na každé zakázce by pracoval pouze jeden zaměstnanec. Počet potřebných stolů pro produkt XL12 by tedy byl 6. Celkový počet stolů na středisku určených k montáži by byl 11. Dále by zde byly 3 stoly pro stříhání přístrojových lišt, kabelových koryt a jejich děrování. Nevýrobní stoly pro směnové mistry a stolky na PC terminál.

### 6.2 Návrh layoutu střediska

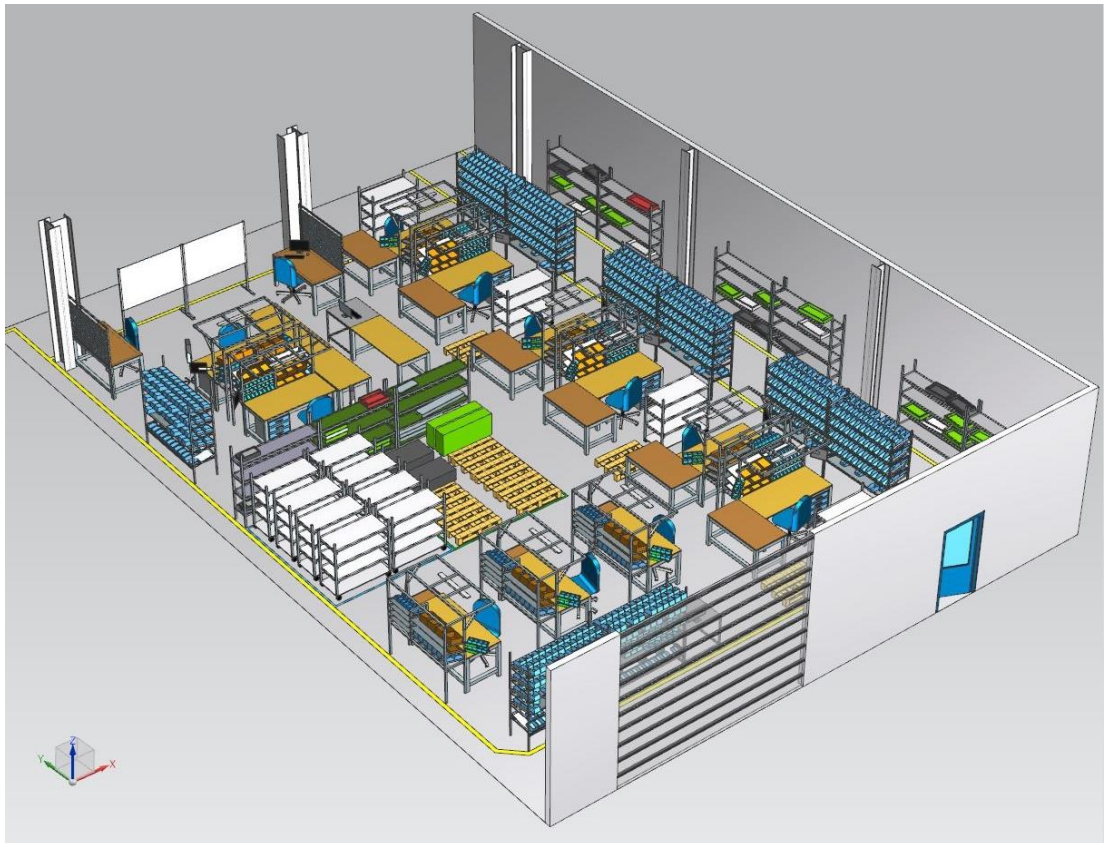
Při návrhu layoutu se vycházelo z toho, že jednotlivé produkty budou mít u svého pracoviště pouze policové stojany s potřebným materiálem pro výrobu. Nestandardní materiál bude vyskladňován s kabely do vozíků, které je možné dovážet vláčkem (Milk run). Tímto vláčkem budou zásobovány i materiálové policové stojany.



Obr. 6.1: Návrh layoutu

Návrh tohoto layoutu je již implementován do nově rozšířené výrobní haly, kam se výroba přesouvá. Středisko KLV má v tomto návrhu celkovou velikost 219 m<sup>2</sup> (zeleně ohraničená část), ovšem původně bylo počítáno s celkovou velikostí 322 m<sup>2</sup> (včetně červeně ohraničené části). V červeně ohraničené části byla navržena transportní cesta, která zaručuje zásobování všech pracovišť bez pohybu skladníků po pracovištích. Dále je touto transportní cestou zajištěno zásobování i dalších sousedících středisek. Středisko obsahuje i stoly na přípravu kabelových koryt a přístrojových lišt, proto není třeba na začátku montáže každého produktu chodit přes polovinu výrobní haly viz Obr. 5.4.

Na Obr. 6.2 a Obr. 6.3 je znázorněna 3D vizualizace nově navrženého střediska. Tato vizualizace byla vytvořena ve firmě Engel pomocí softwaru Siemens NX 10.0.



Obr. 6.2: 3D vizualizace střediska



Obr. 6.3: 3D vizualizace střediska (pohled shora)

Porovnání využití plochy dosavadního střediska s nově navrženým je v Tab. 6.I.

Tab. 6.I: Porovnání layoutů starého a nově navrženého střediska

Využití střediska	Plocha ve starém layoutu	Plocha v novém layoutu
Pracovní prostory	155 m <sup>2</sup> 48 %	122 m <sup>2</sup> 56 %
Skladovací plocha	45 m <sup>2</sup> 14 %	36 m <sup>2</sup> 16 %
Manipulační uličky	114 m <sup>2</sup> 35 %	46 m <sup>2</sup> 21 %
Prostory pro mistry, skříň, PC terminály,...	8 m <sup>2</sup> 3 %	15 m <sup>2</sup> 7 %
<b>Celková plocha</b>	<b>322 m<sup>2</sup></b>	<b>219 m<sup>2</sup></b>

Z předchozí tabulky lze vidět, že v novém layoutu je mnohem lépe využíván prostor střediska. Novým rozvržením střediska lze ušetřit 103 m<sup>2</sup>. Značnou redukcí materiálu v policových stojanech bylo ušetřeno 9 m<sup>2</sup>. Vhodným rozvržením materiálových policových stojanů se také značně snížilo plýtvání (omezení pohybu zaměstnance po středisku) při montáži všech produktů. Největším přínosem bylo navržení vhodných manipulačních uliček, čímž se dosáhlo úspory 68 m<sup>2</sup>.

### 6.3 Návrh pracovišť

Všechna pracoviště jsou přizpůsobena jednotlivým produktům a také splňují všechny ergonomické předpoklady. Na jejich čelní straně je potřebný počet zásuvek na pracovní nástroje, přihrádek na materiál, polic, či držák na tablet nebo pracovní nástroje. Základní vizualizace pracovních stolů byla provedena pomocí Treston 3D konfiguratoru [48].



Obr. 6.4: Pracoviště pro 1 - XL10; 2 - XL11; 3 - XL12

### Pracoviště XL10

Navrhovaný pracovní stůl se liší v základních rozměrech. Rozměry stolů činí 1500 x 800 mm, přičemž na jedné straně navíc obsahuje nastavitelnou boční desku o rozměrech 400 x 800 mm. Výškově nastavitelná boční deska zajišťuje možnost protažení kabelů spodní stranou rozvaděče. Stůl je také z důvodu montáže pomocí elektromotoru výškově nastavitelný, čímž je zajištěno, že se zaměstnanec nemusí při osazování skříně naklánět přes hranu rozvaděče. Součástí stolu jsou 3 police (na kabelová koryta, přístrojové lišty, vodiče,...), z nichž jedna je pod pracovní deskou stolu a držák na používané nástroje, jehož poloha lze měnit pomocí pohyblivého ramene.

### Pracoviště XL11

Tento stůl oproti předchozímu není výškově nastavitelný a jeho rozměry jsou 1800 x 800 mm. Pracoviště obsahuje více přihrádek na menší materiál (šrouby, matice, dutinky,...) a nastavitelnou polici na větší přihrádky pro kabelové průchodky. Toto pracoviště se vyznačuje zejména tím, že součástí je montážní přípravek, který je na pohyblivém podvozku a zároveň je připevněn k pracovnímu stolu pro lepší stabilitu. Přípravek je možné použít pro snadnější montáž komponent, jednodušší a ergonomicky příjemnější propojení dotykové obrazovky k plechové skříně a následné horizontální i vertikální centrování obrazovky.

### Pracoviště XL12

Toto pracoviště disponuje dvěma stoly do tvaru „L“. Čelní stěnu obsahuje pouze jeden z nich, na které je počítáno s přihrádkami pouze pro drobný materiál. Větší a méně používaný materiál je dostupný v policových stojanech vedle pracoviště. Rozměry stolu s čelní stěnou jsou

1800 x 800 mm a druhého stolu jsou 1500 x 800 mm. Jedná se o dostatečnou plochu pro montáž většího množství konektorů a plechových dílů.

#### 6.4 Návrhy na zlepšení

Jak již bylo zmíněno, každé pracoviště bude disponovat odolnými tablety. Zpřístupněním systému SAP v tabletu se dosáhne aktuálnosti revize technické dokumentace. Odstraní se tím problémy spojené s tiskem dokumentace (např. náklady na opravu rozvaděčů vzniklé neaktuálností dokumentace či náklady na tisk) či zrychlí orientace a hledání zapojení v elektronické podobě. Celkové náklady na tisk dokumentace jsou v Tab. 6.II.

Tab. 6.II: Náklady na tisk dokumentace

Popis	Počet ročně tištěných stran	Náklady na nákup papíru	Náklady na tisk
Tisk dokumentace	500 000	50 000 Kč	250 000 Kč
<b>Celkové roční náklady</b>		<b>300 000 Kč</b>	

Ročně se na toto pracoviště vytiskne až 500 000 stran dokumentace, přičemž na takový rozsah tisku činí náklady na koupi papíru 50 000 Kč a na tisk 250 000 Kč (při nákladech 0,50 Kč běžné laserové tiskárny na tisk jedné strany bez papíru). Celkové náklady na tisk dokumentace tedy mohou dosáhnout až 300 000 Kč ročně.

S dokumentací souvisí i vytvoření pracovních návodů. Pracovní návody buď neexistují, nebo jsou často neaktuální. Součástí návrhu optimalizace je i vytvoření aktuálních pracovních návodů na výrobu jednotlivých rozvaděčů. Označit tuto dokumentaci taktéž verzí (změna verze při nových výrobních postupech, nových produktech,...) a revizí, která by se jednou za čtvrtletí aktualizovala a poté nahrála do firemního systému. Tyto dokumenty (pracovní návody) by poté byly v rozsahu čtení dostupné online i montážním pracovníkům. Investice do tabletů by řešila i tento problém.

Dalším návrhem zlepšení je obnovení 5S na středisku. Prvním krokem implementace by bylo proškolení zaměstnanců s tímto nástrojem štíhlé výroby. Následovalo by vytrídění věcí na pracovištích, rozhodnutí o jejich umístění či odstranění. Po tomto kroku by se vytvořil plán pracoviště a jeho standard (fotografie stavu před a po zavedení 5S). Poslední fází zavedení by bylo dodržování standardu, pravidelné audity či případná motivace pracovníků.



Mezi jeden z bodů 5S patří systematizace pracoviště. Například implementace pěnových vložek se vzory používaných nástrojů. Tímto návrhem lze zkrátit čas plýtvání, který byl způsoben hledáním nástrojů. Také je na první pohled zřejmé, které nástroje či další věci (např. materiál) do zásuvek stolu nepatří. Dalším krokem by bylo označení všech nezbytných věcí na pracovní ploše.

Posledním návrhem zlepšení je zásobování materiálem. Využití vláčku Milk-run a přizpůsobení vozíků na dodávání kabelových svazků či přepravek s drobným materiálem. Také plechový materiál a další nestandardní díly nechat dovážet těmito vozíky až před montáží zakázky, čímž dojde k úspoře místa na středisku.

## **6.5 Stanovení nákladů na investici**

Celkové náklady se skládají především z většího množství komponent, které jsou potřeba k sestavení jednotlivých pracovišť a dalších zařízení potřebných k vybavení střediska.

Mezi tyto zařízení patří materiálové policové stojany, počítačové terminály sloužící zaměstnancům k přihlášení na montáž zakázky, nástroje pro stříhání kabelových koryt či přístrojových DIN lišt. Také se jedná o dílenské stoly, na kterých jsou tyto nástroje umístěny, nebo stoly pro směnové mistry.

Tímto bych moc rád poděkoval společnosti ABE.TEC, s.r.o., která mi vyhověla a vypracovala nabídku jako podklad k mé diplomové práci. Jedná se o komponenty označené hvězdičkou v Tab. 6.III, které jsou nedílnou součástí pracovních stolů Treston. Nutno dodat, že v případě využití nabídky, bude nabídka firmou ABE.TEC, s.r.o. přepracovaná s uplatněnými množstevními slevami.

Tab. 6.III: Celková kalkulace investice

Název zařízení	Cena za 1 ks	Množství	Cena celkem
* Boční deska WB 804 ST	2 383,00 Kč	3	7 149,00 Kč
* Čtyřnásobná zásuvka LMC 04	9 155,00 Kč	11	100 705,00 Kč
* Horní osvětlení OL s regulátorem OL254D	8 151,00 Kč	11	89 661,00 Kč
* Kabelové kanály CJK70	3 178,00 Kč	11	34 958,00 Kč
* Dvojitá zásuvka do kabelového kanálu E1	839,00 Kč	11	9 229,00 Kč
* Síťový vypínač do kabelového kanálu E2	721,00 Kč	33	23 793,00 Kč
* Kryt LMCK2	257,00 Kč	11	2 827,00 Kč
* Miska s otočným ramenem AKV400	3 759,00 Kč	11	41 349,00 Kč
* Nastavitelný regál ASH70	2 727,00 Kč	5	13 635,00 Kč
* Nosná konzole HSB150	3 024,00 Kč	3	9 072,00 Kč
* Nosná konzole HSB180	3 215,00 Kč	8	25 720,00 Kč
* Opěrka vestoje Flex C19PU	6 119,00 Kč	11	67 309,00 Kč
* Pracovní stůl WB818 1800x800mm	13 895,00 Kč	14	194 530,00 Kč
* Přídavný rám AKK150	2 069,00 Kč	3	6 207,00 Kč
* Přídavný rám AKK180	2 399,00 Kč	8	19 192,00 Kč
* Profil kontejneru BP100	1 160,00 Kč	24	27 840,00 Kč
* Profil kontejneru BP70	1 022,00 Kč	21	21 462,00 Kč
* Profil stojanu AL2X150W	3 944,00 Kč	3	11 832,00 Kč
* Profil stojanu AL2X180W	4 180,00 Kč	8	33 440,00 Kč
* Regál ALH150	3 692,00 Kč	6	22 152,00 Kč
* Regál ALH180	4 036,00 Kč	14	56 504,00 Kč
* Spodní police AT180WB	3 615,00 Kč	11	39 765,00 Kč
* Stohovací kontejnery 1520-6	83,40 Kč	228	19 015,20 Kč
* Motorizovaný stůl WB815EL 1500x800mm	41 851,00 Kč	3	125 553,00 Kč
Nástroj pro stříhání DIN lišt s hydraulickým válcem	56 093,00 Kč	1	56 093,00 Kč
Elektrohydraulické čerpadlo DSP-120	77 186,00 Kč	1	77 186,00 Kč
Nástroj na stříhání kabelových kanálů VKS 125	28 431,00 Kč	1	28 431,00 Kč
Policový stojan Regaz 3136x600x2000 mm	9 427,00 Kč	2	18 854,00 Kč
Policový stojan Regaz 1000x600x2000 mm	3 535,00 Kč	19	67 165,00 Kč
Dílenský stůl Mechanic 1500x700 mm, 5x zásuvka	11 750,00 Kč	2	23 500,00 Kč
Kovová skříň 1950x1200x400 mm	5 720,00 Kč	1	5 720,00 Kč
Dílenský stůl Profi 2000x800 mm	6 420,00 Kč	3	19 260,00 Kč
PC terminál QUIPO	13 900,00 Kč	2	27 800,00 Kč
Mobilní otočná oboustranná magnetická tabule, 1800x1200 mm	7 864,00 Kč	1	7 864,00 Kč
Odolný tablet CAT T20 s Windows 10	14 041,00 Kč	11	154 451,00 Kč
Notebook Lenovo ThinkPad E480	16 355,00 Kč	2	32 710,00 Kč
Dokovací stanice Lenovo ThinkPad Ultra Dock - 90W EU	3 545,00 Kč	2	7 090,00 Kč
<b>Celková investice</b>			<b>1 529 023,20 Kč</b>

## 7 Zhodnocení navržených opatření

Předchozí kapitola byla založena především na poznatcích z analýzy výrobních procesů. Tím bylo zaručeno, že návrhem vlastního řešení se odstraní nedostatky na středisku a také nedostatky vzniklé při montáži produktů. Níže jsou vypsány hlavní přínosy, kterých se dosáhlo návrhem vlastního řešení.

### 7.1 Úspora místa

Hlavním nedostatkem byl nadměrný pohyb zaměstnanců při montáži a neuspořádané středisko. Proto byl navržen nový layout střediska, ve kterém je počítáno pouze s potřebným množstvím pracovišť, policových materiálových stojanů, velikostí manipulačních uliček, plochou pro vyskladněný materiál a hotové produkty určené k expedici.

Značně se zredukovaly manipulační uličky na středisku, čímž se dosáhlo úspory plochy o 68 m<sup>2</sup>, také byl zredukován materiál na pracovištích - úspora 9 m<sup>2</sup>. Nejen těmito opatřeními bylo dosaženo celkové úspory plochy 103 m<sup>2</sup>. Podrobnější porovnání starého a nově navrženého střediska je v Tab. 6.I.

### 7.2 Optimalizace tisku

Na tomto středisku byly k zapojování všech tří produktů využívány tištěné plány. Roční náklady způsobené tiskem dokumentace mohly dosáhnout až 300 000 Kč (podrobnější popis v Tab. 6.II). Aby se těmito nákladům předešlo, bylo navrženo elektronické čtení dokumentace z tabletů. Investice do tabletů by také zajistila rychlejší čtení dokumentace při montáži (snížení plýtvání) a aktuálnost revizí dokumentace.

### 7.3 Ergonomie a vybavení pracovišť

Při návrhu pracovišť bylo nutné zohlednit zásady ergonomie, aby na jednotlivých pracovištích byl materiál v dosahu montážního pracovníka. Proto byla využita pracoviště Treston, která zajišťují hladký přísun materiálu.

Všechna pracoviště jsou také přizpůsobitelná požadavkům zákazníka. To znamená, že každé pracoviště je přizpůsobené montáži jednotlivých produktů. Na jejich čelní straně je potřebný počet zásuvek na pracovní nástroje, přihrádek na materiál, polic, či držák na tablet

nebo pracovní nástroje. Pro produkt XL10 byl také vybrán výškově nastavitelný stůl pro lepší montáž rozvaděčové skříně a pro XL11 byl navržen montážní přípravek pro snadnější montáž.

#### 7.4 Zavedení 5S

Účelem nástroje 5S bylo zavedení pořádku na pracovišti či omezení plýtvání. Níže jsou fotografie, které se pořídily před a po zavedení některých změn, které by mohly být využity i na nově navrženém středisku.



Obr. 7.1: Označení materiálu v přihrádkách 1 – před zavedením; 2 – po zavedení

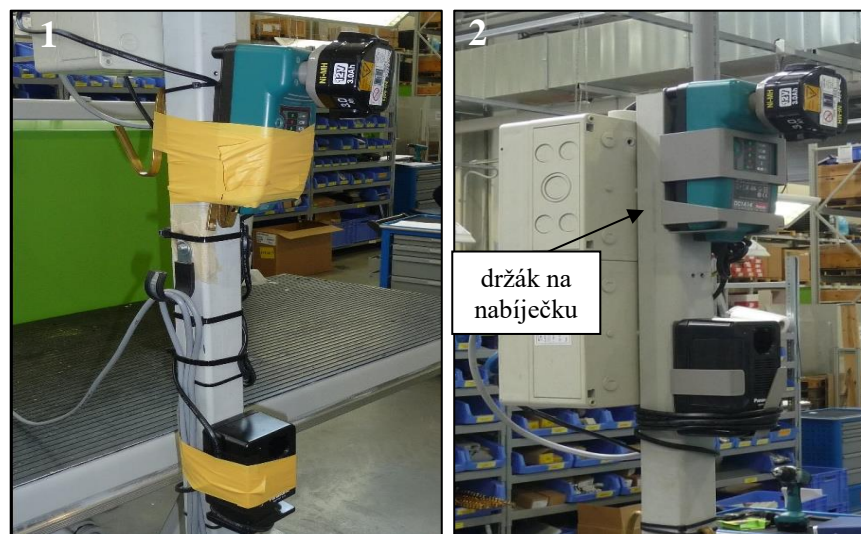


Obr. 7.2: Označení materiálu v přepravkách 1 – před zavedením; 2 – po zavedení

Na Obr. 7.1 a Obr. 7.2 je znázorněné zavedení nástroje 5S na označení materiálu v materiálových boxech a přepravkách.



Obr. 7.3: Umístění úklidových prostředků 1 – před zavedením; 2 – po zavedení



Obr. 7.4: Umístění nabíječek pro akumulátorové nástroje 1 – před zavedením; 2 – po zavedení

Na Obr. 7.3 a Obr. 7.4 je zobrazen vhodný způsob umístění úklidových prostředků a nabíječek akumulátorových nástrojů.

## 7.5 Redukce plýtvání

Všemi výše uvedenými úpravami střediska se taktéž dosáhlo omezení plýtvání. Především novým layoutem, ve kterém se středisko rozdělilo na pracoviště dle vyráběného produktu, se dosáhlo značného omezení plýtvání způsobeného pohybem zaměstnance. Taktéž investice do tabletů by urychlila čtení dokumentace, což byla podstatná část plýtvání při montáži produktů.

Přesné hodnoty plýtvání bohužel pro nový layout a pracoviště stanovit nelze z důvodu dlouhé doby montáže, proto je v níže uvedených tabulkách pouze předběžný odhad, který by

byl během zkušebního provozu dále upřesňován. Odhadnutí proběhlo na základě stanovení průměrných dob pohybu pracovníka pro materiál či čtení dokumentace při zapojování a odstranění nadbytečných činností při montáži.

Tab. 7.I: Porovnání plýtvání při montáži XL10 na novém a starém pracovišti

Druh plýtvání při montáži XL10	Skutečnost [hod:min:s]	Odhad [hod:min:s]
Odkládání materiálu	0:00:18	Odstraněno
Vypsání dokumentace	0:01:00	0:01:00
Značení	0:01:00	0:01:00
Hledání manipulanta	0:01:18	Odstraněno
Balení	0:01:30	0:01:30
Vyvázení drátů	0:01:50	0:01:50
Oprava osazení	0:02:15	Odstraněno
Měření	0:02:34	0:01:55
Práce s terminálem	0:03:15	0:01:00
Hledání nástrojů	0:04:09	0:01:10
Konzultace problému	0:04:51	Odstraněno
Příprava materiálu a nástrojů	0:05:16	0:01:15
Čekání	0:05:36	Odstraněno
Úklid	0:06:53	0:02:00
Kontrola	0:08:07	0:05:00
Pohyby	0:15:29	0:07:00
Hledání materiálu	0:20:23	0:08:00
Manipulace	0:20:41	0:15:45
Čtení dokumentace	0:36:59	0:16:00
<b>Celkový čas</b>	<b>2:23:24</b>	<b>1:04:25</b>

V Tab. 7.I je porovnání plýtvání při montáži XL10 na současných pracovištích s předběžným odhadem plýtvání na nově navržených pracovištích. Z předběžných výsledků je zřejmé, že některé činnosti byly zcela odstraněny a velká část činností byla značně zredukována.

Tab. 7.II: Porovnání plýtvání při montáži XL11 na novém a starém pracovišti

Druh plýtvání při montáži XL11	Skutečnost [hod:min:s]	Odhad [hod:min:s]
Vypsání dokumentace	0:01:40	0:01:00
Značení	0:01:00	0:01:00
Balení	0:01:55	0:01:30
Práce s terminálem	0:00:40	0:00:30
Příprava materiálu a nástrojů	0:00:25	0:00:25
Úklid	0:00:50	0:00:50
Kontrola	0:02:40	0:01:30
Pohyby	0:00:35	0:00:15
Hledání materiálu	0:00:55	0:00:20
Manipulace	0:05:55	0:03:00
Čtení dokumentace	0:01:00	0:00:30
<b>Celkový čas</b>	<b>0:17:35</b>	<b>0:10:50</b>

Z Tab. 7.II lze vidět, že činnosti nepřidávající hodnotu by byly pouze mírně zredukovány.

Tab. 7.III: Porovnání plýtvání při montáži XL12 na novém a starém pracovišti

Druh plýtvání při montáži XL10	Skutečnost [hod:min:s]	Odhad [hod:min:s]
Vypsání dokumentace	0:10:25	0:01:00
Značení	0:00:30	0:00:30
Vyvázání kabelů	0:01:30	0:01:30
Práce s terminálem	0:02:12	0:01:00
Rozbalování materiálu	0:10:35	0:05:00
Čekání	0:03:43	Odstraněno
Kontrola	0:02:00	0:01:30
Pohyby	0:05:42	0:00:25
Hledání chybějícího materiálu	0:15:40	Odstraněno
Čtení dokumentace	0:17:30	0:07:00
Řešení chybějícího materiálu	0:22:40	Odstraněno
<b>Celkový čas</b>	<b>1:32:27</b>	<b>0:17:55</b>

Při montáži XL12 byla značná část plýtvání způsobena chybějícím materiálem. Pokud by se odstranily problémy vzniklé nedodaným materiálem, bylo by plýtvání téměř o hodinu zredukováno (hledání chybějícího materiálu v policových stojanech a dokumentaci, řešení s technikem, vypisování dokumentace či čekání na doplnění).

## Závěr

Cílem této práce bylo popsání výroby, jejího členění a řízení. Hlavním bodem teoretické části bylo seznámení s problematikou optimalizace výrobních procesů. Byly popsány různé metody zlepšování procesů, které se v současnosti nejvíce využívají. Další podkapitolou optimalizace procesů byly popsány nástroje, které se používají při implementaci právě zmíněných metod. Byly zde vybrány především nástroje, které se využívají při zavádění štihlé výroby.

Cílem praktické části diplomové práce bylo analyzování současného stavu a následná optimalizace střediska KLV ve společnosti ENGEL strojírenská spol. s r.o.

První částí praktické části bylo seznámení se společností a střediskem KLV, popisem vyráběných produktů, jejich roční produkcí či současným stavem střediska. Následně jsem analyzoval výrobu jednotlivých produktů z pohledu mapování hodnotového toku. Touto analýzou jsem zjistil nedostatky při montáži (plýtvání), především špatně navrženým layoutem střediska. Tento nedostatek se projevil zejména v nadměrném pohybu zaměstnanců pro materiál či hledání materiálu v neorganizovaných policových stojanech.

Z výše uvedených důvodů jsem se v optimalizaci střediska zaměřil především na úpravu layoutu a navržení pracovišť. Mezi největší přínos navržených opatření patřil návrh nového layoutu střediska a dosažení úspory místa o 103 m<sup>2</sup>, tedy téměř o jednu třetinu původní plochy střediska. Tato úspora plochy byla daná především redukcí pracovišť, manipulačních uliček a skladovacích prostor na středisku. Také jsem navrhl transportní cestu, která zaručuje zásobování okolních středisek.

Mezi další přínosy patřilo rozvržení pracovišť na středisku. Středisko jsem rozdělil na tři výrobní pracoviště – XL10, XL11 a XL12. Každému pracovišti jsem navrhl pracovní stůl, jenž splňuje určité požadavky pro montáž daného produktu a prvky ergonomie. Mezi jeden z prvků ergonomie patřil motorizovaný stůl pro montáž produktu XL10, který je výškově nastavitelný. Zajistí se tím, že se zaměstnanec nemusí naklánět přes hranu rozvaděče a také nemusí nijak manipulovat s poměrně těžkou plechovou skříní. Dalším prvkem ergonomie bylo navržení manipulačního prostředku pro montáž XL11.



Do současnosti nebyly pracoviště uspořádány tak, aby byl montážním pracovníkům všechen potřebný materiál k dispozici bez delšího prodlení. Pokud tomu u některých pracovišť bylo jinak, materiál nebyl nijak organizovaný. Proto jsem ke každému pracovišti přidal policové stojany, které obsahují pouze nezbytný materiál k montáži jednotlivých produktů. Také jsem pomocí nástroje 5S zavedl pořádek a organizaci na pracovišti.

Další značnou složkou plýtvání bylo čtení dokumentace v tištěné podobě. Toto plýtvání je zřejmě nejen v montážní době produktu, ale i ve značné finanční ztrátě zaviněné tiskem dokumentace. Roční náklady na tisk dokumentace mohly dosáhnout až 300 000 Kč. Aby se těmto nákladům předešlo, navrhl jsem opatření v podobě nákupu odolných tabletů. Nejenže to urychlí čtení dokumentace v elektronické podobě a uspoří náklady na tisk, ale také lze napojením na firemní systém předejít i neaktuálním revizím, čímž se předchází i opravě rozvaděčů kvůli chybnému zapojení.

Poslední částí návrhu vlastního řešení bylo vypracování celkových nákladů na investici, kde jsou započítána všechna zařízení potřebná k vybavení střediska. Z důvodu velkých montážních časů je nevhodné využít pro stanovení úspory nákladů v důsledku investice metodu předem stanovených časů, například BasicMOST. Pro získání úspory nákladů v důsledku investice by bylo tedy třeba zanalyzovat procesy dle nově navrženého pracoviště a poté by bylo možné získat prostou dobu návratnosti investice.

Posledním bodem praktické části této diplomové práce bylo zhodnocení očekávaného přínosu navržených opatření. Byly zde shrnuty přínosy vlastního řešení, které nejenže redukovaly plýtvání vzniklé během montáže produktů, ale také odstranily či vylepšily nedostatky vyskytující se na středisku.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] GROOVER, Mikell p. FUNDAMENTALS OF MODERN MANUFACTURING Materials, Processes and Systems [online]. nedatováno. ISSN 03750183. Získáno z: doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- [2] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby, 3. doplněné vydání*. B.m.: Nakladatelství C H Beck, 2012. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [3] DR. MAHMOUD, Abbas. *Classification of Production Systems*. B.m., 2015. University of Technology.
- [4] Metody řízení (Management Methods). *ManagementMania.com* [online]. 2016 [vid. 7. červenec 2017]. Získáno z: <https://managementmania.com/cs/metody-rizeni>
- [5] Řízení provozu firem (Operations Management). *ManagementMania.com* [online]. 2015 [vid. 7. červenec 2017]. Získáno z: <https://managementmania.com/cs/rizeni-provozu>
- [6] *OPERATION MANAGEMENT & STRATEGIC MANAGEMENT*. B.m., 2013. The Institute of Cost Accountants of India.
- [7] ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. B.m.: Nakladatelství C H Beck, 2007.
- [8] KUMAR, Anil S. *Production and Operations Management: (with Skill Development, Caselets and Cases)*. B.m.: New Age International (P) Limited, 2008. ISBN 978-81-224-2425-6.
- [9] Řízení výroby (Production Management). *ManagementMania.com* [online]. 2016 [vid. 9. červenec 2017]. Získáno z: <https://managementmania.com/cs/rizeni-vyroby>
- [10] COSIMA. Process optimization methods. *LLP Leonardo da Vinci Transfer of Innovation Programme* [online]. 2013, s. 1–45. Získáno z:

- [http://web.spi.pt/cosima/sites/all/downloads/R2\\_EN\\_COSIMA\\_Process\\_Optimization\\_methods.pdf](http://web.spi.pt/cosima/sites/all/downloads/R2_EN_COSIMA_Process_Optimization_methods.pdf)
- [11] ING. JAROSLAV DLABAČ, Ph.D. *Zlepšujete procesy? Vyberte správnou metodu!* [online]. 2015 [vid. 21. červenec 2017]. Získáno z: <http://www.e-api.cz/25762n-zlepšujete-procesy-vyberte-spravnou-metodu>
- [12] HAMMER, Michael a James CHAMPY. *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. B.m.: Management press, 1993.
- [13] DAVENPORT, Thomas. *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. B.m.: Harvard Business Press, 1993.
- [14] Strategic Legal Process Improvement. *Strategic Legal Process Improvement / legalprocessimprovement* [online]. 2015 [vid. 25. červenec 2017]. Získáno z: <https://legalprocessimprovement.com/2015/02/23/strategic-legal-process-improvement/>
- [15] BPR - etapy realizácie. *ŽP Informatika s.r.o.* [online]. 2015 [vid. 25. červenec 2017]. Získáno z: <http://www.kvalitnebpr.sk/etapy-realizacie/>
- [16] Etapy BPR. *ŽP Informatika s.r.o.* [online]. [vid. 25. červenec 2017]. Získáno z: <http://www.zpinformatika.sk/etapy-bpr/>
- [17] BUTLER, Carey. The role of I/T in facilitating BPR: observations from the literature. In: *Business Process Re-Engineering: Information Systems Opportunities and Challenges, Proceedings of the IFIP TC8 Open Conference on Business Re-engineering: Information Systems Opportunities and Challenges*. 1994.
- [18] DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO. *Projektový management podle IPMA: 2., aktualizované a doplněné vydání*. B.m.: Grada Publishing a.s., 2012.
- [19] REID, Dan a Nada SANDERS. Total Quality Management - Chapter 5. In: *Operations Management: An Integrated Approach, 5th Edition*. B.m.: John Wiley & Sons, 2012, s. 680.

- [20] SALLIS, Edward. *Total Quality Management in Education - Third edition*. 3rd vyd. B.m.: Kogan Page, 2002.
- [21] VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. B.m.: Grada Publishing a.s., 2007.
- [22] HARRY, Mikel a Richard SCHROEDER. *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. B.m.: Currency, 2000.
- [23] SCHWALBE, Kathy. *Řízení projektů v IT*. B.m.: Computer Press, Albatros Media a.s., 2016.
- [24] KOŠÍKOVÁ, Jana. *ZÁKLADNÍ MYŠLENKY METODY SIX SIGMA*. B.m., 2008. BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- [25] TUTORIALS POINT (I) PVT. LTD. *Six Sigma process improvement approach* [online]. 2015. Získáno z: [https://www.tutorialspoint.com/six\\_sigma/six\\_sigma\\_tutorial.pdf](https://www.tutorialspoint.com/six_sigma/six_sigma_tutorial.pdf)
- [26] LIKER, Jeffrey a Yenchun WU. Japanese Automakers, U.S. Suppliers and Supply-Chain Superiority. *MIT Sloan Management Review*. 2000, s. 16.
- [27] KOREN, Yoram. *The Global Manufacturing Revolution: Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems*. B.m.: John Wiley & Sons, 2010.
- [28] Výkladový slovník - 8 druhů plýtvání. *European Lean Six Sigma Community* [online]. 2018 [vid. 15. srpen 2017]. Získáno z: <https://elssc.eu/dictionary/deadly-wastes>
- [29] WILSON, Lonnie. *How to Implement Lean Manufacturing* [online]. 2010. ISBN 9788578110796. Získáno z: doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- [30] VORNE INDUSTRIES INC. Focus Improvement on the Manufacturing Constraint. *Lean production* [online]. 2017 [vid. 15. srpen 2017]. Získáno z: <https://www.leanproduction.com/theory-of-constraints.html>

- [31] AGI - GOLDRATT INSTITUTE. *Theory of Constraints and its Thinking Processes*. 2009.
- [32] MABIN, Victoria. *Goldratt's „Theory of Constraints“ Thinking Processes: A Systems Methodology linking Soft with Hard*. B.m., 2014. Victoria University of Wellington.
- [33] GOLDRATT, Eliyahu. *The Goal*. B.m.: North River Press, 1984.
- [34] IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. B.m.: McGraw Hill Professional, 1997.
- [35] MARKOVITZ, Dan. Scut Work Matters. *Markovitz Consulting* [online]. 2015 [vid. 25. srpen 2017]. Získáno z: <http://www.markovitzconsulting.com/blog/scut-work-matters>
- [36] Vývojové diagramy - ŘÍZENÍ JAKOSTI. *Ikvalita.cz* [online]. 2008 [vid. 26. srpen 2017]. Získáno z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=25>
- [37] Ishikawův diagram. *ManagementMania.com* [online]. 2015 [vid. 26. srpen 2017]. Získáno z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>
- [38] NEYESTANI, Behnam. *Seven Basic Tools of Quality Control: An Appropriate Tools for Solving Quality Problems in the Organizations* [online]. 2017. Získáno z: [https://mpr.aub.uni-muenchen.de/77681/1/MPRA\\_paper\\_77681.pdf](https://mpr.aub.uni-muenchen.de/77681/1/MPRA_paper_77681.pdf)
- [39] BEJČKOVÁ, Jana. Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM. *API – Akademie produktivity a inovací s.r.o.* [online]. 2017 [vid. 27. srpen 2017]. Získáno z: <http://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>
- [40] Just in time. *Plantune* [online]. 2018 [vid. 27. srpen 2017]. Získáno z: <http://www.plantune.cz/slovník/just-in-time/>
- [41] VÍTEK, Václav. Kanban. *Svět produktivity s.r.o.* [online]. [vid. 27. srpen 2017]. Získáno z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kanban.htm>

- [42] Jednotlivé metody a nástroje (A - CH). *API – Akademie produktivity a inovací s.r.o.* [online]. [vid. 28. srpen 2017]. Získáno z: <http://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch>
- [43] Čísla a fakta o společnosti ENGEL | Údaje o společnosti. *Engelglobal* [online]. [vid. 18. únor 2018]. Získáno z: <https://www.engelglobal.com/cs/cz/spolecnost/fakta-a-cisla.html>
- [44] Výrobní podniky a výrobní závody společnosti ENGEL. *Engelglobal* [online]. [vid. 18. únor 2018]. Získáno z: <https://www.engelglobal.com/cs/cz/spolecnost/vyrobnipodniky.html>
- [45] Historie společnosti ENGEL a příběh o úspěchu. *Engelglobal* [online]. [vid. 18. únor 2018]. Získáno z: <https://www.engelglobal.com/cs/cz/spolecnost/historie-spolecnosti.html>
- [46] ENGEL AUSTRIA and Fill sign cooperation agreement Composite technologies from a single source. In: [online]. B.m. 2014. Získáno z: [https://www.engelglobal.com/uploads/tx\\_news/ENGEL\\_Press\\_release\\_Composite\\_Technologies\\_08.pdf](https://www.engelglobal.com/uploads/tx_news/ENGEL_Press_release_Composite_Technologies_08.pdf)
- [47] Engel - CC300 — Peschkedesign - Industrial Design, UX/UI, App-Development. *Peschkedesign OG* [online]. [vid. 19. únor 2018]. Získáno z: <https://www.peschkedesign.at/engel-cc300/>
- [48] On-line 3D konfigurátor Treston. *treston-nabytek.cz* [online]. [vid. 20. březen 2018]. Získáno z: <http://www.treston-nabytek.cz/3d-konfigurator/>

## Seznam příloh

### Příloha A

Část analýzy montáže XL10

### Příloha B

Návrh pracovního návodu

### Příloha C

3D vizualizace střediska

### Příloha D

3D vizualizace pracoviště XL10

### Příloha E

3D vizualizace pracoviště XL11

### Příloha F

3D vizualizace pracoviště XL12

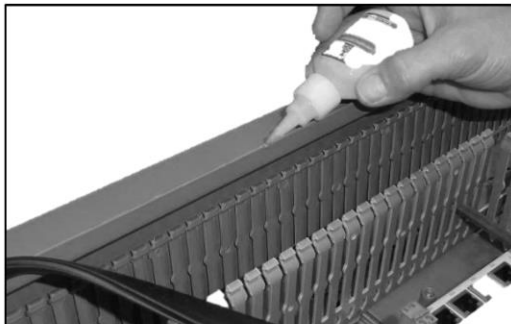
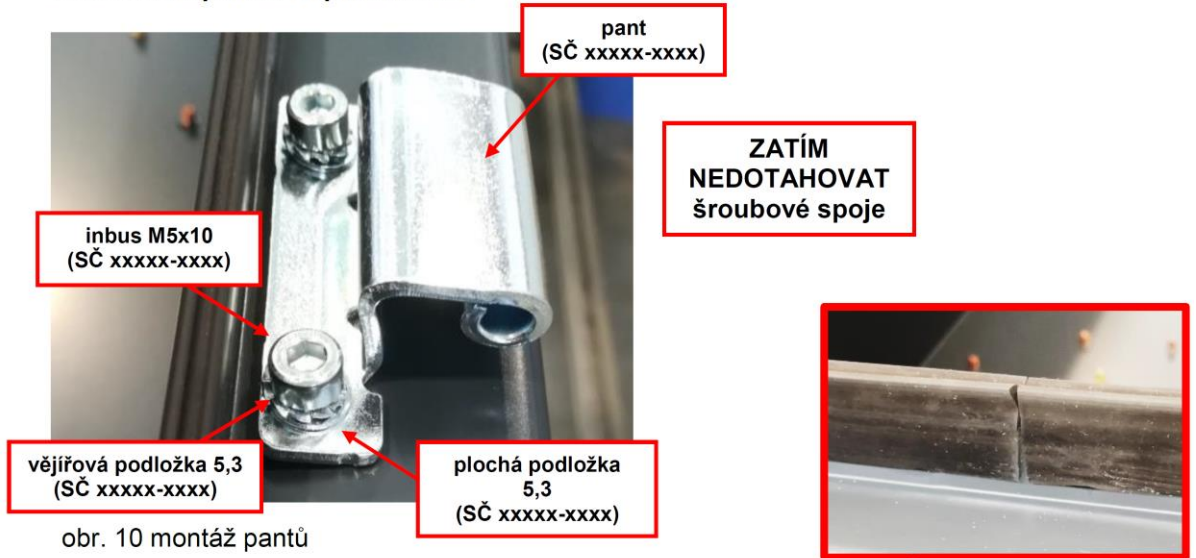
**Příloha A - Část analýzy montáže XL10**

<b>ENGEL</b>				<b>POZOROVACÍ LIST pro snímek pracovního dne</b>	
<b>Datum:</b> 27.7.2017					
<b>Směna:</b> Ranní		<b>Pracoviště:</b> XL10.1		<b>Pozorovatel:</b> Kouba	
<b>Od - do:</b> 5:50 - 14:00		<b>Produkt:</b> XL10		<b>Pozorovaný:</b>	
<b>Začátek operace</b>	<b>Doba trvání [hod:min:s]</b>	<b>Doba trvání / jednotku [hod:min:s]</b>	<b>Počet</b>	<b>Popis</b>	<b>Přidaná hodnota</b>
6:16:18	0:00:09	0:00:09	1	pohyb od materiálového stojanu 2.4 k pracovišti XL10.1	ne
6:16:27	0:00:02	0:00:02	1	odložení materiálu - těsnění + odjímatelné průchočky	ne
6:16:29	0:00:04	0:00:04	1	pohyb ke stolu XL11.3	ne
6:16:33	0:00:24	0:00:24	1	hledání materiálu - lepidlo	ne
6:16:57	0:00:04	0:00:04	1	pohyb od stolu XL11.3 k pracovišti XL10.1	ne
6:17:01	0:01:14	0:01:14	1	lepení těsnění	ano
6:18:15	0:00:04	0:00:04	1	pohyb k materiálovému stojanu 1.8	ne
6:18:19	0:00:17	0:00:17	1	kontrola laku na dveřích	ne
6:18:36	0:00:04	0:00:04	1	pohyb od materiálového stojanu 1.8 k pracovišti XL10.1	ne
6:18:40	0:03:12	0:03:12	1	lepení těsnění	ano
6:21:52	0:00:02	0:00:02	1	pohyb k materiálovému stojanu 1.5	ne
6:21:54	0:00:16	0:00:16	1	hledání materiálu - panty	ne
6:22:10	0:00:03	0:00:03	1	pohyb od materiálového stojanu 1.5 k materiálovému stojanu 1.2	ne
6:22:13	0:00:14	0:00:14	1	hledání materiálu - šrouby, matice, podložky	ne
6:22:27	0:00:03	0:00:03	1	pohyb od materiálového stojanu 1.2 k pracovišti XL10.1	ne
6:22:30	0:00:46	0:00:08	6	příprava šroubů	ano
6:23:16	0:00:48	0:00:16	3	montáž pantů	ano
6:24:04	0:00:16	0:00:16	1	manipulace - překlopení skříně na bok	ne
6:24:20	0:00:03	0:00:03	1	pohyb k materiálovému stojanu 1.2	ne

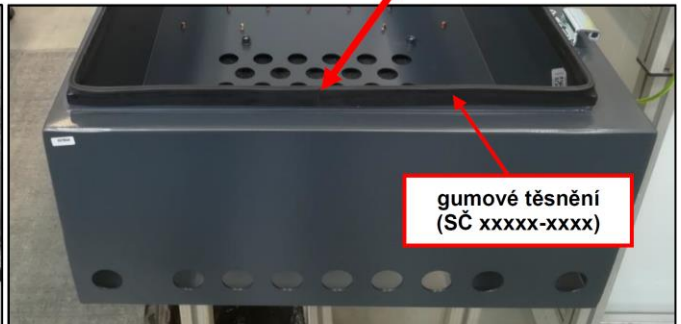


Pracovní návod

5.5 Osazení pantů a lepení těsnění



obr. 11 použití lepidla



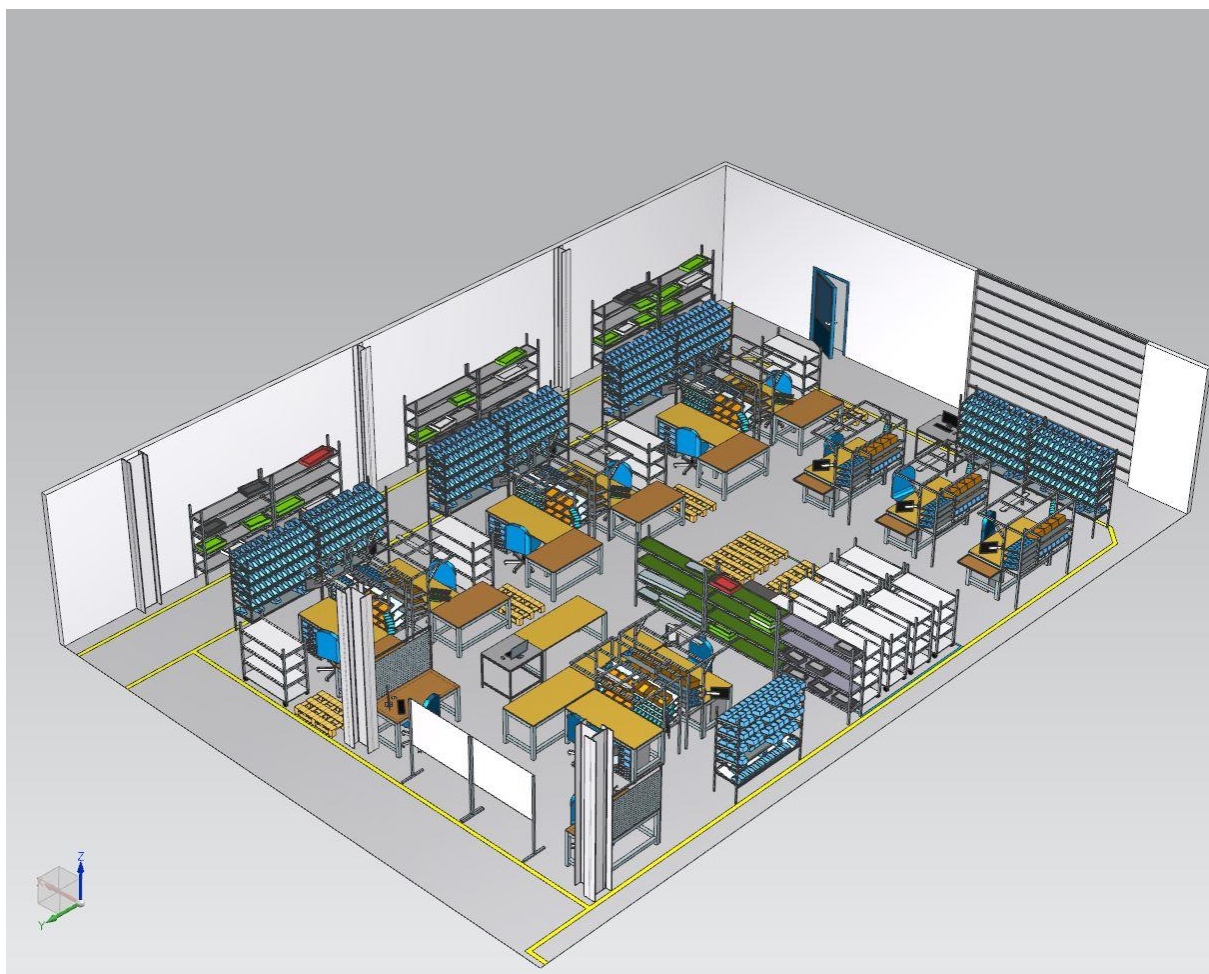
obr. 12 zakončení těsnění

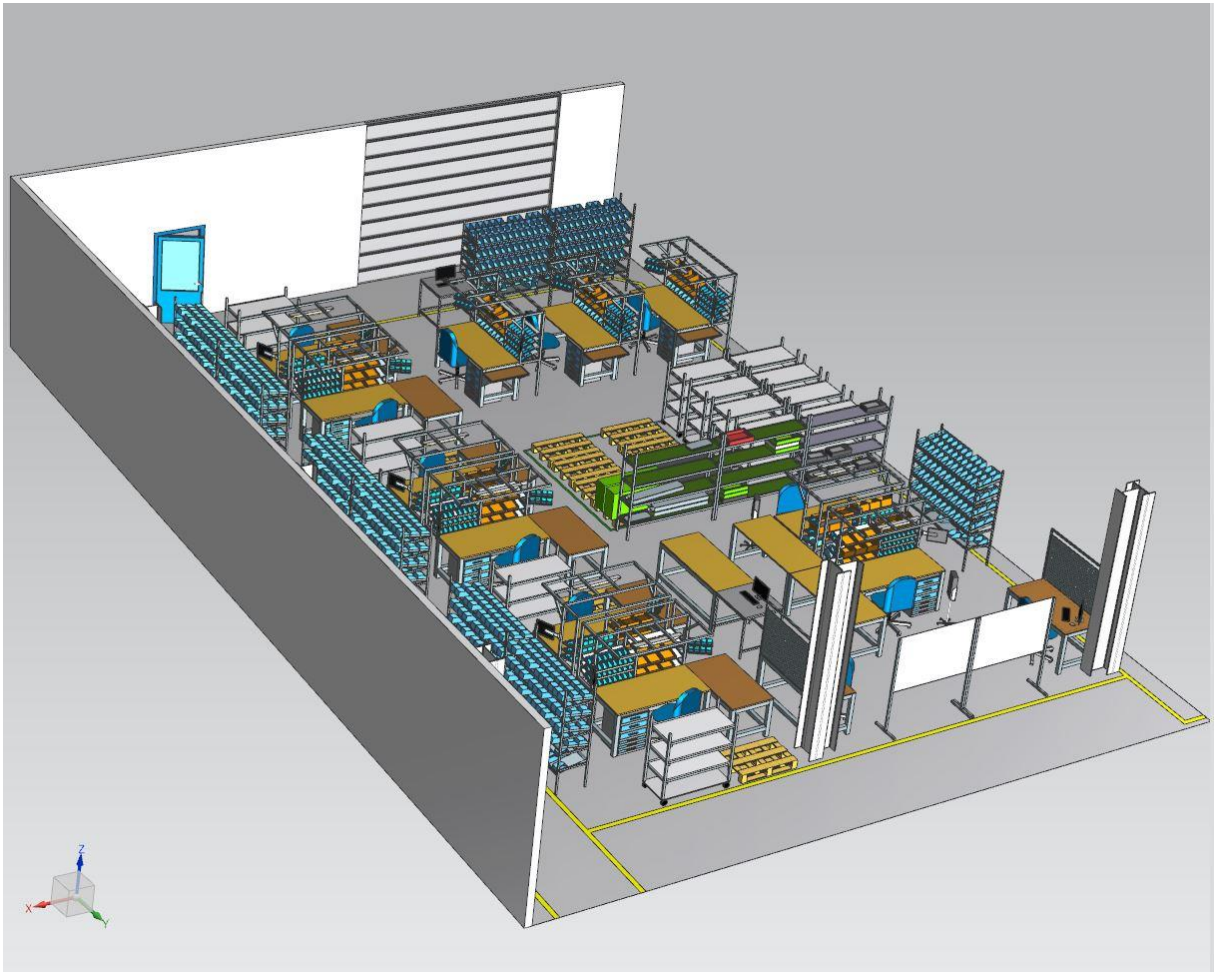


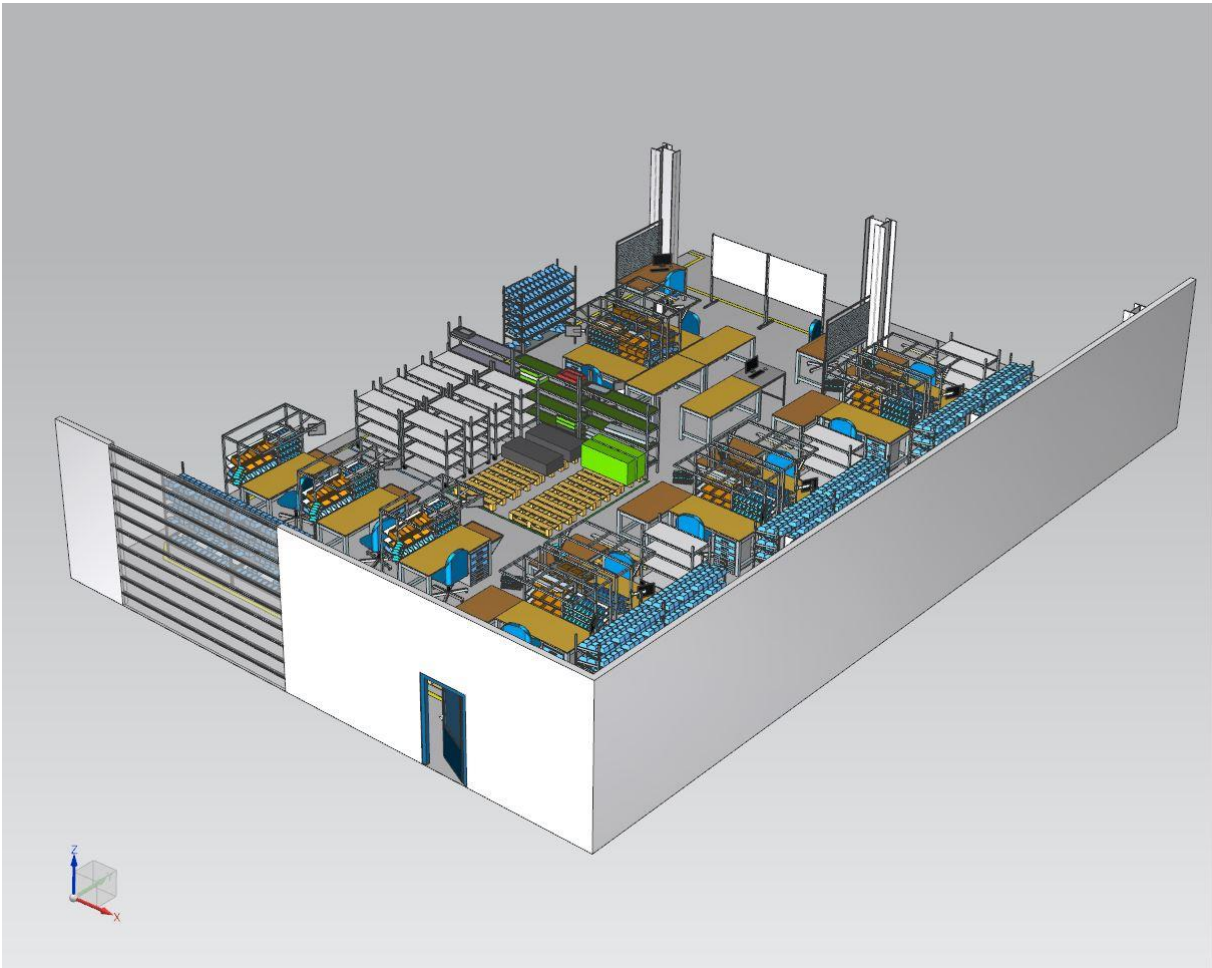
obr. 13 nalepené těsnění

Vyhotovil/Datum	Přezkoušel/Datum	Uvedl v platnost/Datum	Verze	Revize	Č. Dokumentu	Strana/z
Kouba Ondřej 9.4.2018	xxx 9.4.2018	xxx 9.4.2018	1	0	xxxxx	5/32

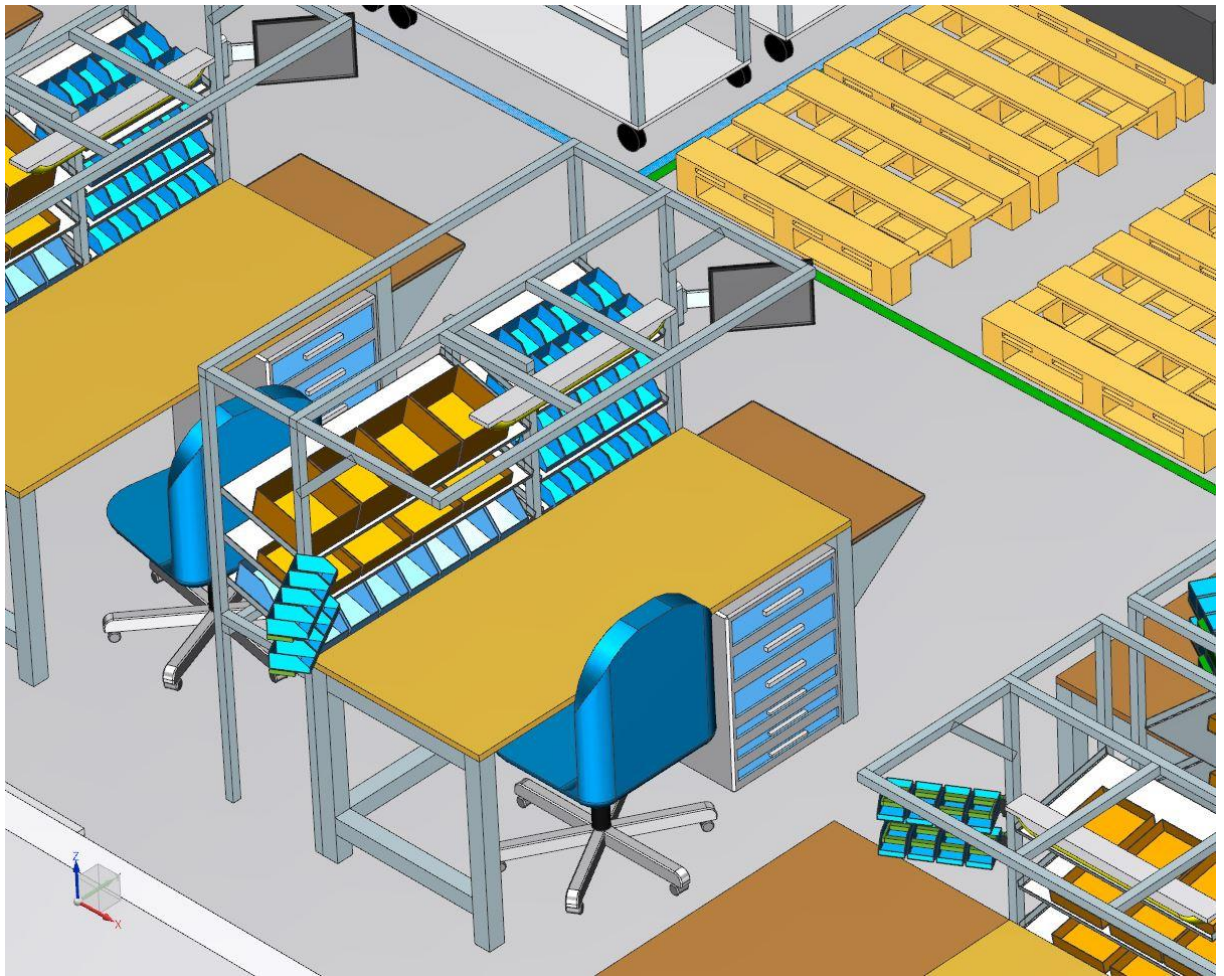
## Příloha C - 3D vizualizace střediska



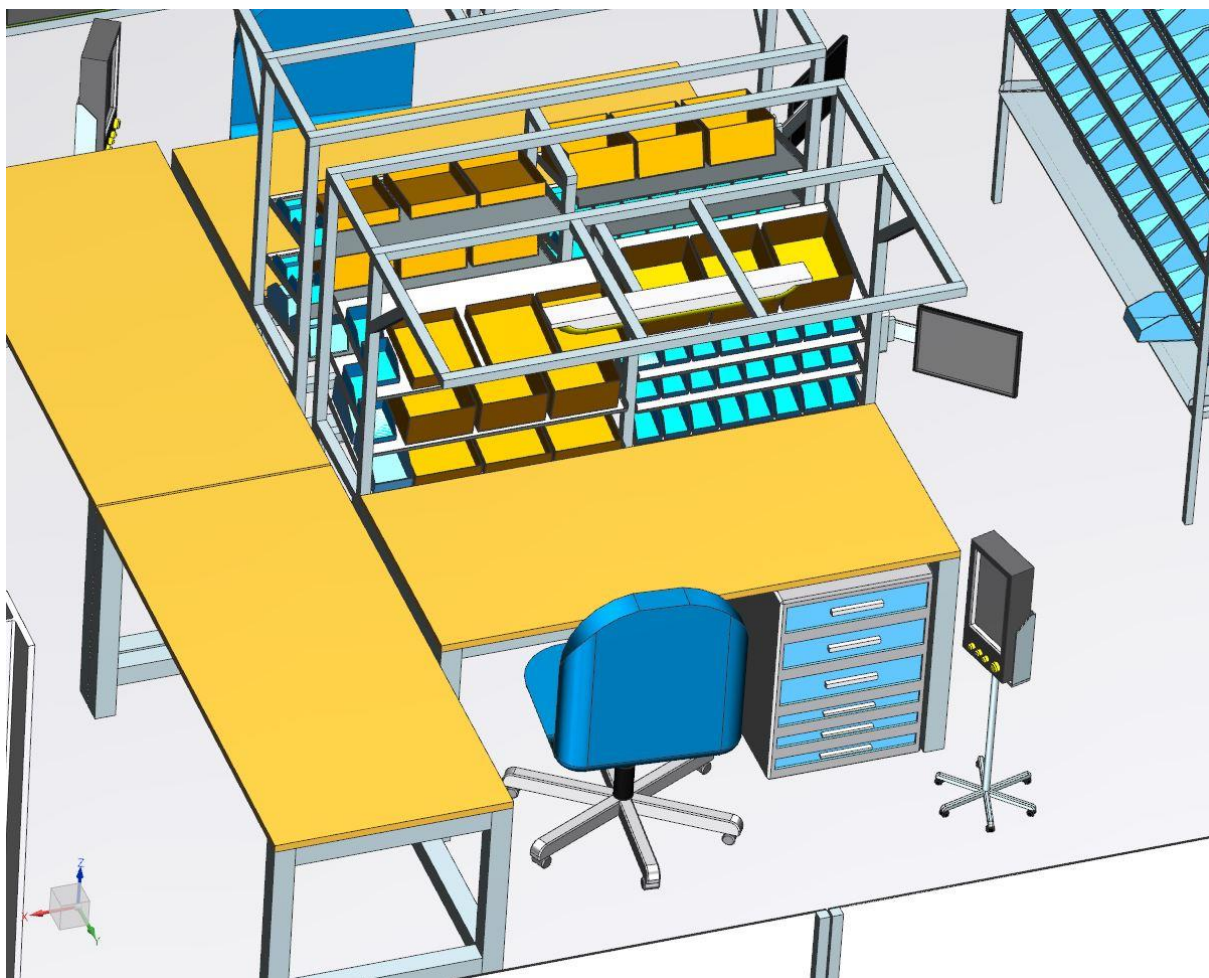




**Příloha D - 3D vizualizace pracoviště XL10**



## Příloha E - 3D vizualizace pracoviště XL11



**Příloha F - 3D vizualizace pracoviště XL12**

