

# Zefektivnění výroby na lisovně ve vybrané společnosti

Bc. Lukáš Cigánek

---

Diplomová práce  
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
akademický rok: 2017/2018

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Cigánek**  
Osobní číslo: **M16442**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Zefektivnění výroby na lisovně ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování:

## Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

### I. Teoretická část

- Zpracujte literární poznatky z dané oblasti a formulujte východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

### II. Praktická část

- Analyzujte současný stav výroby na lisovně ve vybrané společnosti.
- Vypracujte projektové řešení vedoucí k zefektivnění výroby na lisovně.
- Proveďte nákladové a rizikové zhodnocení daného projektu.

## Závěr

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

Seznam odborné literatury:

**BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.**

**GREENE, Jack. Industrial engineering: theory, practice and application : business and production management, productivity and capacity. [North Charleston: CreateSpace], c2013, 411 s. ISBN 9781482301793.**

**KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.**

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

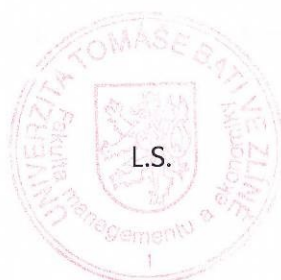
**SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**  
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.  
*děkan*



prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 10.4.2018

Jméno a příjmení: Lukáš Cigánek

.....Cigánek.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tato práce je situována do oblasti předvýroby, přesně na lisovně ve vybrané společnosti. Hlavním cílem projektu je zefektivnit výroby na lisovně, přičemž struktura projektu bude založena na metodě DMAIC. Ve fázi Define dojde ke stanovení cílů, rozsahu projektu a členů projektového týmu. Následně bude fáze Measure popisovat jednotlivé způsoby sběru dat na lisovně. Fáze Analyse bude obsahovat prvotní analýzu současných prostojů, jež vyústí ve tvorbu zlepšovacích návrhů ohledně sběru dat. Po provedení změn u sběru dat bude následovat druhá analýza založená již na zjištění podílu prostojů v jednotlivých kategoriích, kde budou vybrány dvě kategorie. Bude se jednat o fyzickou přestavbu a činnost zaměřená na dosažení transferu. Poté bude následovat fáze Improve obsahující jednotlivé návrhy na snížení podílu právě zmíněných kategorií. V této fázi bude také zavedení nového informačního systému MES. Poslední částí je Control, jež bude obsahovat data po implementaci změn, které poslouží pro vyhodnocení závěrů této práce včetně nákladového a rizikového zhodnocení projektu.

Klíčová slova: DMAIC, Rychlé změny, Lisovna, Prostoje, MES software

## **ABSTRACT**

This work is focused on the field of pre-production, exactly at the press shop in the selected company. The main objective of the project is to make more efficient the production of the press shop. The structure of the project will be based on the DMAIC method. At the Define stage will be determined the objectives, scope of the project and members of the project team. Subsequently, the Measure phase will describe individual ways of collecting data on the press shop. The analysis phase will include an initial analysis of current downtimes that results in the creation of improvement suggestions on data collection. After these suggestions will be a second analysis which will be focused on finding the share of downtimes in individual categories where two categories will be selected. This will be a physical changeover and a transfer setting. The Improve phase will then include individual suggestions to reduce the share of just mentioned categories. At this stage, will be introduced also the new MES information system. The last part is Control, which will contain data after the implementation of the changes, which will serve to evaluate the conclusions of this work, including the cost and risk assessment of the project.

Keywords: DMAIC, Quick Changeover, Press Shop, Downtimes, MES Software

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí mé diplomové práce Ing. Evě Juříčkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a poznatky, které mi pomohly ke zpracování diplomové práce.

Dále děkuji vedení společnosti za umožnění zpracování diplomové práce a všem zaměstnancům, jež se mi při zpracování projektu věnovali. Převážně projektovému týmu za jejich odborné rady a zkušenosti v oblasti lisování a fungování lisovny.

Také bych chtěl poděkovat své rodině, jež mě v době studia podporovala.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>13</b>
<b>1 VÝROBA A MONTÁŽ</b> .....	<b>14</b>
1.1 VÝROBA.....	14
1.1.1 Typologie výroby.....	14
1.1.2 Vlastnosti výrobního systému.....	15
1.2 MONTÁŽ.....	15
<b>2 ŠTÍHLÝ PODNIK</b> .....	<b>16</b>
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	17
2.2 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA.....	17
2.3 ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA.....	18
2.4 ŠTÍHLÝ VÝVOJ.....	18
2.5 JAK SE STÁT ŠTÍHLÝM PODNIKEM.....	19
<b>3 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>20</b>
3.1 ZÁKLADNÍ POJMY.....	20
3.2 ZÁKLADNÍ UKAZATELE.....	21
3.1 PARETO ANALÝZA.....	22
3.1 RYCHLÉ ZMĚNY VÝROBY A SEŘÍZENÍ.....	23
3.1.1 Přístupy ke změnám výroby včetně seřízení.....	23
3.1.2 Historie a princip metody SMED.....	24
3.1.3 Důvody a výhody rychlých změn.....	25
3.1.4 Plýtvání při seřízení a změnách.....	26
3.2 MUDA ANALÝZA.....	27
<b>4 MOŽNOSTI SBĚRU DAT</b> .....	<b>29</b>
4.1 SOFTWARE MES.....	30
4.1.1 Požadavky na software MES.....	31
4.1.2 Reporting ze softwaru MES.....	32
4.2 SAP SOFTWARE.....	32
<b>5 DMAIC</b> .....	<b>33</b>
5.1 D – DEFINE.....	33
5.2 M – MEASURE.....	34
5.3 A – ANALYSE.....	35
5.4 I – IMPROVE.....	36
5.5 C – CONTROL.....	36
5.6 SLOŽENÍ DMAIC TÝMU.....	38
<b>6 PROCES LISOVÁNÍ OCELI</b> .....	<b>39</b>

6.1	VÝHODY A NEVÝHODY PROCESU LISOVÁNÍ.....	39
6.2	HYDRAULICKÝ LIS.....	40
6.3	MECHANICKÝ LIS .....	40
<b>7</b>	<b>INDUSTRY 4.0 .....</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>SHRnutí TEORETICKÉ ČÁSTI.....</b>	<b>43</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>ZÁKLADNÍ INFORMACE O SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>45</b>
9.1	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	45
9.2	HISTORIE SPOLEČNOSTI.....	45
9.3	VYRÁBĚNÉ PRODUKTY .....	46
9.4	DIVIZE SPOLEČNOSTI.....	47
9.4.1	Divize sedáků (SV+VF).....	47
9.4.2	Divize motorů (MD) .....	48
9.4.3	Divize zámků (MT).....	48
9.5	ZÁKLADNÍ INFORMACE O SKUPINĚ .....	49
<b>10</b>	<b>PROVOZ LISOVNY A PROCES LISOVÁNÍ.....</b>	<b>50</b>
10.1	POPIS PRACOVIŠTĚ – LISOVNY .....	50
10.2	LAYOUT LISOVNY.....	50
10.3	PROCES LISOVÁNÍ VE SPOLEČNOSTI.....	51
10.4	ČINNOSTI PŘED SAMOTNÝM PROCESEM LISOVÁNÍ .....	53
10.5	MONITOROVACÍ SYSTÉM LISOVNY .....	54
<b>11</b>	<b>PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBY NA LISOVNĚ .....</b>	<b>55</b>
11.1	CÍL PROJEKTU.....	56
11.2	„D“ – DEFINE (DEFINOVÁNÍ KRITÉRIÍ PROJEKTU A ČLENŮ TÝMU).....	57
11.2.1	Definování členů týmu .....	57
11.2.2	Harmonogram projektu .....	57
11.3	„M“ – MEASURE (POPIS SBĚRU DAT).....	59
11.3.1	Sběr dat pomocí LMS softwaru .....	59
11.3.2	Sběr dat pomocí Excel souboru – původní směnový sešit.....	63
11.3.3	Základní kategorizace prostožů (původní) .....	65
11.4	„A“ – ANALYSE (ANALÝZA PRO ZJIŠTĚNÍ SOUČASNÉHO STAVU) .....	66
11.4.1	Analýza původních dat ze směnového sešitu a LMS systému.....	66
11.4.1.1	Analýza původních dat pro kategorii UB7_Korektura nástroje.....	68
11.4.1.2	Shrnutí současného stavu .....	69
11.4.2	Návrhy pro zefektivnění monitorování prostožů a produkce .....	70
11.4.2.1	Nová kategorizace prostožů a produkce .....	70
11.4.2.2	Nový směnový sešit .....	73
11.4.2.3	Grafický výstup směnového sešitu.....	75
11.4.2.4	Návrh na úpravu stávajícího softwaru (LMS).....	76
11.4.3	Implementace návrhů na zlepšení monitorování.....	77
11.4.4	Analýza původních dat – po implementaci změn v monitorování.....	78
11.4.4.1	Analýza kategorie UB7_Korektura nástroje .....	79
11.4.5	Analýza nových dat po implementaci změn v monitorování.....	79
11.4.5.1	Analýza na základě nového směnového sešitu .....	79



11.4.5.2	Analýza pomocí LMS softwaru .....	80
11.4.5.3	Analýza UB7_Korektura nástroje .....	82
11.4.6	Analýza pomocí Pareto diagramu .....	82
11.4.7	Analýza samotné přestavby.....	85
11.4.7.1	Analýza malé přestavby .....	85
11.4.7.2	Analýza velké přestavby .....	87
11.4.7.3	Postup velké přestavby lisu.....	89
11.5	„I“ – IMPROVE (NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ) .....	90
11.5.1	Návrhy pro zefektivnění výroby .....	90
11.5.1.1	Návrh nového pojízdného vozíku – pro zkrácení přestavby .....	90
11.5.1.2	Návrh nového upínače „zásobníku“ .....	94
11.5.1.3	Návrh nastavovacího přípravku (kovové tyče) pro doseřzení ..	96
11.5.1.4	Ostatní návrhy na změnu přestavby .....	99
11.5.1.5	Tvorba pracovního návodu na přestavbu .....	100
11.5.1.6	Tvorba Matrixu pro určení potřebného času na přestavbu.....	101
11.5.1.7	SMED Workshop se všemi operátory z lisovny .....	103
11.5.2	Nový software MES .....	105
11.5.2.1	Základní funkce softwaru MES .....	105
11.5.2.2	Základní informace o softwaru MES .....	107
11.5.2.3	Postup zápisu do softwaru MES (operační modul).....	108
11.5.2.4	Postup implementace softwaru MES .....	111
11.5.2.5	Administrativní modul .....	111
11.5.2.6	Reporty ze softwaru MES (modul reportingu).....	113
11.6	„C“ – CONTROL (DATA PO IMPLEMENTACI ZMĚN) .....	117
11.6.1	Vyhodnocení změn pro zefektivnění procesu lisování .....	117
11.6.2	Vyhodnocení přínosů zavedeného softwaru .....	121
11.6.3	Celkové náklady a návratnost projektu .....	122
11.6.4	Rizikové zhodnocení projektu.....	123
<b>12</b>	<b>SHRnutí PRAKTICKÉ ČÁSTI .....</b>	<b>124</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>126</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>127</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>130</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>131</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>133</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>134</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>135</b>

## ÚVOD

Dnešní doba je založena na zvyšování produktivity a efektivity ve všech oblastech podnikání. Cílem téměř všech společností v rámci dosahování vyššího zisku je odstranit, či alespoň snížit činnosti nepřidávající hodnotu zákazníkovi. Pro eliminaci těchto činností je nutné provádět monitorování a analyzování procesů. Vybraná firma se tímto směrem ubírá již několik let, neboť se jedná o kontinuální proces trvalého zlepšování a zefektivňování výrobních procesů. Tento trend vychází z faktu, že konkurence již není brána lokálně (například uvnitř státu) jak tomu bylo před desítkami let, ale spíše celosvětově. Vlivem této zásadní změny je nezbytné zvyšovat produktivitu, protože se zákazník často snaží tlačit ceny dolů a společnostem, které chtějí být konkurenceschopné, nezbyvá nic jiného, než snižovat své náklady s využitím metod průmyslového inženýrství a se souběžným zaváděním nových technologií.

Tato práce je zaměřena do oblasti předvýroby s hlavním cílem zefektivnit výrobu na lisovně, jelikož zde začíná veškerá výroba společnosti, která následně putuje přes svařovnu, lakovnu a končí na finálních montážích. Pro dosažení hlavního cíle práce bude nezbytné splnit podpůrné (vedlejší) cíle. První z těchto podpůrných cílů se zabývá úpravou současného monitorování prostojů a produkce na lisovně, jelikož bez správných a strukturovaných dat není možné získat objektivní výsledky. Druhý podpůrný cíl se definoval na základě výběru prostojevé kategorie zaměřené na fyzickou přestavbu zařízení obsaženou v kategorii UB4\_Změna výroby. Tento cíl se kvantifikoval na 8% snížení času fyzické přestavby. Třetí podpůrný cíl se bude týkat snížení podílu prostojevé kategorie UB8\_Transfer seřizení, a to o 5 %. Nedílnou součástí práce bude implementace MES softwaru, jež má za cíl vizualizovat a standardizovat prostoje na lisovně, snížit vytíženost průmyslového inženýra, plánovače výroby i samotného operátora a usnadnit jim práci.

Tento projekt bude ve své první části reagovat na objevené nedostatky u sběru a monitorování dat na lisovně, kde se budou implementovat počáteční návrhy na zlepšení. Tyto nedostatky můžou mít vliv na nesprávné identifikování kategorií a příčin prostojů. V druhé části projektu budou vybrány kategorie zaměřené na proces fyzické přestavby a opětovného doseřizení transferu během produkce, neboť tyto kategorie jsou svým podílem významné. Dalším důvodem výběru je zvýšení počtu přestaveb, vyvolané snížením výrobních dávek.

V této práci budou využity analytické techniky a empirické metody s cílem lépe pochopit zkoumaný problém a navrhnout opatření pro dosažení stanovených cílů projektu.

Předpokládaným výsledkem práce je standardizace zápisu prostojů a zefektivnění výroby.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Tato práce se zabývá projektem zaměřeným na zefektivnění výroby na lisovně ve vybrané společnosti, který bude zpracován pomocí metody DMAIC. První část projektu bude vycházet z objevených nedostatků při monitorování prostojů s cílem jejich objasnění a následného využití zjištěných příčin pro odstranění či eliminaci prostojevých činností. Druhá část bude zaměřena na snížení vybraných prostojevých kategorií, a tím zvýšení produktivního času na lisovně, neboť lisovna je významnou částí společnosti, kde se pracuje v nepřetržitém režimu.

Hlavním cílem této práce je zefektivnit výrobu na lisovně ve vybrané společnosti. Toho je možné dosáhnout vytipováním a realizací několika podpůrných (vedlejších) cílů. První z podpůrných cílů se bude týkat změny monitorování a sběru dat zaznamenávající produktivní čas a prostoje na lisovně. Neboť pro jakékoli návrhy ovlivňující výstupní ukazatele je nezbytné mít správná data před i po jejich implementaci. Druhý podpůrný cíl se bude zabývat prostojevou kategorií UB4\_Změna výroby, kde se stanovil cíl na 8% snížení průměrného času u podkategorie fyzické přestavby. Třetí podpůrný cíl obsahuje snížení času pro dosažení transferu při sériové produkci o 5 % v kategorii UB8\_Transfer seřízení.

Mezi cílové skupiny tohoto projektu patří vedení společnosti, zaměstnanci a také zákazníci nakupující finální produkty (sedáky). Vedení společnosti zajímá zvýšení produktivního času na lisovně snížením prostojů (neproduktivního času). Zákazníci bývají spokojeni při dodání správného množství sedáků, ve správném čase a za dohodnutou cenu. Zaměstnanci chtějí vyšší mzdu, kterou nelze dosáhnout bez růstu produktivity a efektivnosti procesů.

Rozsah projektu je definován na jeden rok, a to od 17. 4. 2017 do 17. 4. 2018. Před zahájením projektu bude období sběru dat v rozsahu 3 měsíců potřebných pro prvotní analýzu. Na základě této analýzy budou stanoveny cíle projektu obsažené ve fázi Define. Po stanovení cílů a ostatních informací umístěných v Project Charteru bude navazovat fáze Measure zahrnující současné způsoby monitorování prostojů na lisovně (LMS systém a směnový sešit). Poté následuje období analýzy v celkovém rozsahu 5 měsíců, ve kterých jsou obsaženy návrhy týkající se změn v monitorování, jež vznikly na základě zjištěných nedostatků. Dále zde jsou analýzy před změnami v monitorování a také analýzy po provedení vybraných změn, kde patří Pareto analýza zaměřená na stanovení významných kategorií prostojů. Fáze Improve bude obsahovat návrhy pro splnění hlavního cíle projektu pomocí cílů podpůrných, kde v první části budou opatření pro snížení času fyzické přestavby

a dosažení transferu během sériové produkce. Poté bude následovat zavádění nového informačního systému MES. Poslední část práce bude obsahovat data po implementaci změn zaměřených na fyzickou přestavbu a dosažení transferu.

V této práci budou využity metody zaměřené převážně na pozorování a analyzování získaných dat. Mezi tyto metody patří Pareto diagram, jež se využije pro výběr nejvýznamnějších kategorií prostojů. Pro objasnění a pochopení činností prováděných u fyzické přestavby zařízení budou využity snímky přestaveb vytvořené na základě pozorování a komunikace s operátory a projektovým týmem. Celý projekt bude založen na brainstormingu a vzájemné komunikaci mezi členy projektového týmu a operátory lisovny.

V závěru práce bude nákladové a rizikové zhodnocení projektu metodou RIPRAN.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VÝROBA A MONTÁŽ

## 1.1 Výroba

**Výroba** je transformační proces, jenž transformuje výrobní faktory do služeb a statků. Služby, někdy označované jako nehmotné statky, vyjadřují činnosti s existující poptávkou. Přičemž statky jsou brány jako vyráběné věci určené pro spotřebu, nebo směnu. Výrobní faktory vstupují do výroby jako zdroje, které se dělí do čtyř hlavních skupin:

- práce, jež zahrnuje všechny lidské zdroje;
- půda, obsahující zpravidla veškeré přírodní zdroje;
- kapitál, který vzniká v průběhu výroby a je dále využíván k další výrobě;
- informace.

(Keřkovský a Valsa, 2012, str. 2-4)

Podle Tomka a Vávrové (2007, str. 189-190) je **výroba** založena za účelem uspokojení potřeb pomocí vyrobených statků a služeb. Výroba je výsledkem úsilí člověka s použitím výrobních faktorů a transformačního procesu. Výrobní systém je možné charakterizovat třemi prvky, mezi které patří:

- vstup obsahuje výrobní faktory práce, půda, kapitál a informace;
- transformační proces transformuje vstupy na výstupy pomocí určitého postupu;
- výstup obsahuje materiální a nemateriální zboží.

**Výroba** podle Daňka a Plevného (2009, str. 93) značí prostřední část logistického řetězce, kde dochází k pohybu materiálu včetně hodnotových a informačních toků obsažených ve výrobním procesu.

### 1.1.1 Typologie výroby

Výrobní proces, někdy nazývaný jako výroba, se zabývá přeměnou surovin či polotovarů, z nichž vznikají hotové výrobky. Tato činnost je prováděna na základě různých strojů, nástrojů a zařízení. Základní členění výroby je následující.

- **Zakázková výroba** je převážně zaměřená na schopnostech pracovníků, případně výrobní skupiny. Dochází zde k výrobě malého množství kusů, ale velkého množství typů s mírnou odlišností. Je založena na univerzálních strojích.

- **Výroba v dávkách** je vhodná pro výrobu 200 až 800 podobných výrobků lišících se od sebe jen nepatrně (například velikostí, tvarem). Výroba těchto odlišných výrobků se provádí na stejných strojích. Když se ukončí výroba jedné dávky, začne na stejném zařízení dávka druhá. Tyto dávky se mohou pravidelně, nebo nepravidelně opakovat. Vhodné uspořádání strojů bývá procesního, případně funkčního uspořádání.
- **Hromadná výroba** je vhodná pro výrobu velkého množství výrobků stejného typu založená na předmětném uspořádání. V tomto případě se často investuje do nových strojů a automatizace.

(Singh, 2006, str. 2-3)

### 1.1.2 Vlastnosti výrobního systému

**Elasticita** představuje přizpůsobivost výrobní jednotky v případě, že dojde ke změně pracovních úkolů. Vychází z možnosti výroby více variant výrobků na daných zařízeních. Kvalitativní elasticita značí schopnost reagovat na měnící se množství objemu výroby.

**Kapacita** vyjadřuje schopnost výrobní jednotky určitého výkonu za časové období. Jestliže se kapacita netýká jen výrobních jednotek, zpravidla se hovoří o kapacitních jednotkách.

(Tomek a Vávrová, 2007, str. 194-196)

## 1.2 Montáž

Montáž je považována za jednu z nejsložitějších částí výrobního procesu. Tento proces se také velkou částí podílí na spolehlivosti a kvalitě výrobků, přičemž ovlivňuje produktivitu a efektivnost celého výrobního závodu. Složitost montáže je zpravidla ovlivněna konstrukčně-technologickým konceptem výroby, technologiemi a úrovní automatizace. Proces montáže neobsahuje pouze samotný proces spojování, sestavování, ale také logistiku, kontrolu a případnou manipulaci (Mádl, Zelenka, Vrabec, 2005, str. 105-106).

Podle Dušáka (2005, str. 34) je montáž charakterizována jako výroba montážních jednotek (složených výrobků) bez rozdílu na složitosti samotné struktury. Montáž si je možné představit i složením dvou součástí, z nichž vzniká nejjednodušší montážní jednotka. Složitější montážní jednotku lze složit buď z nejjednodušších montážních jednotek, nebo z většího počtu součástí. Proces montáže je možné rozdělit na spojování a zakládání. Zakládání má za cíl dosáhnout vzájemné polohy pomocí pohybu s jednou jedinou součástí, přičemž ta druhá je brána jako nepohyblivá. Spojování, jež navazuje na zakládání, vzniká spojením pomocí pevných, či pohyblivých spojů.

## 2 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlost „lean“ byla založena společností Toyota, jež zaznamenala zvyšování spokojenosti zákazníků a také úspěchu společnosti zaváděním štíhlosti. Zjednodušeně se štíhlost zaměřuje na procesy, u nichž přeměňuje plýtvání na přidanou hodnotu. Cílem je tuto přeměnu provádět kdekoli je to možné. Prvotním krokem štíhlosti je identifikovat plýtvání, jež se nepodílí na tvorbě přidané hodnoty, přičemž přidanou hodnotu vždy stanovuje koncový zákazník (Badiru, c2014, str. 47).

Podle Košturiaka a Frolíka (2006, str. 17) se štíhlý podnik zaměřuje na provádění činností, u kterých je nezbytné, dělat je rychleji než ostatní, s menšími vynaloženými finančními prostředky a správně hned napoprvé. Cílem štíhlého podniku je zvyšování výkonnosti firmy. Toho je možné dosáhnout vyšší produkcí na dané ploše, vyšší přidanou hodnotou při stejném počtu pracovníků a využíváním procesů a činností, při kterých se spotřebuje méně času. Vychází z předpokladu, že vyrábíme přesně to, co zákazník požaduje s minimem potřebných operací. Štíhlost se zaměřuje na vydělávání více peněz s vynaložením menšího úsilí a také rychleji.

Wilson Lonnie (2010, str. 9-10) definoval štíhlý podnik jako soubor technik, s jejichž kombinací je možné odstranit 7 forem plýtvání. Není založen pouze na zeštíhlení společnosti, ale také na zvýšení flexibility a snížení všech forem plýtvání. Cílem štíhlého podniku mohou být oblasti jako použití méně materiálu, snížení zásob, využití menšího počtu lidí a prostoru, případně nízké investice.

Štíhlý podnik se podle Chromjakové (2013, str. 41-42) nezabývá pouze výrobou, ale komplexně celým podnikem a dělí se **do čtyř oblastí**:

- štíhlá výroba;
- štíhlá logistika;
- štíhlá administrativa;
- štíhlý vývoj.

**Plýtvání** vyjadřuje vše, co zvyšuje náklady služeb a výrobků a zároveň nezvyšuje jejich hodnotu. Činnosti přidávající hodnotu určuje samotný zákazník, který si stanoví požadovanou kvalitu, cenu a termíny dodání (Košturiak a Frolík, 2006, str. 19-20).



## 2.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba využívá principy a nástroje, pomocí nichž optimalizuje strojní zařízení, linky, výrobní pracovníky a celá pracoviště. Cílem štíhlé výroby je dosáhnout stabilní, standardizované a flexibilní výroby. Zabývá se odstraněním jednotlivých forem plýtvání, které jsou nezbytné nejprve odhalit a měřit. Štíhlá výroba se zabývá všestranným uspokojením potřeb zákazníka pomocí výrobního procesu s cílem dosáhnout zákazníkem požadovaného výstupu v požadovaném čase, při respektování disponibility všech zdrojů a maximálního průtoku, spolu s metodou kontinuálního zlepšování zaměřeného na flexibilitu (Chromjaková, 2013, str. 43-45; Košturiak a Frolík, 2006, str. 23-24).

**Pro zavádění konceptu štíhlé výroby** se podle Chromjakové (2013, str. 45-46) využívají hlavně metody a nástroje.

- **Just in Time** – Jedná se o soubor sjednocených činností zaměřených na optimální plánování a řízení zásob hotových výrobků, polotovarů a vstupních materiálů.
- **Kanban systém** – Základem daného systému jsou kanban karty zaměřené na efektivní výrobní tok. Pomocí kanban systému je možné zjistit celkovou velikost zásob před procesy, pojistnou zásobu či výrobní takt.
- **Minimální časy přetypování** – Jsou nezbytné pro stanovení velikosti výrobních dávek a zjištění celkových výrobních nákladů. Čas přetypování představuje výměnu nástroje se seřízením trvající až po výrobu prvního dobrého kusu. Cílem je mít tento čas co možná nejnižší.
- **Skupinová technologie** – Je zaměřena na seskupení podobných dílů do skupin s cílem snížit množství výrobních pracovišť a optimalizovat průběžnou dobu výroby.
- **Štíhlé myšlení** – Se zabývá strategickým i operativním řízením a kontinuálním zlepšováním výrobních procesů. Hlavní pilíř je zaměřen na zaměstnance, na jejich zkušenosti a motivovanost.

## 2.2 Štíhlá logistika

Štíhlá logistika se snaží o vytvoření plynulých dodavatelských řetězců zaměřených na naplňování výrobních požadavků a dosahování konkurenční výhody. Logistické procesy mají za cíl dodat správný materiál, na správné místo, ve správném čase a množství a za zákazníkem stanovenou cenu. Štíhlá logistika je založena na předpokladu, že podnik vyrábí takové množství, které je schopen prodat (Chromjaková, 2013, str. 49-50).

Činnosti týkající se logistiky tvoří zpravidla 15 % až 70 % celkových nákladů na výrobek a také do jisté míry ovlivňují kvalitu. Tyto činnosti obsazují až 55 % výrobních ploch a zaměstnávají až 25 % zaměstnanců. Vlivem těchto čísel je nezbytné eliminovat plýtvání v logistických procesech pro dosažení konkurenceschopnosti společnosti (Košturiak a Frolík, 2006, str. 28-30).

### 2.3 Štíhlá administrativa

Štíhlá administrativa se zabývá odstraněním plýtvání v podpůrných administrativních procesech ve společnostech. Mezi podpůrné administrativní procesy patří řízení kvality, nákup, plánování a organizování výrobních procesů a také údržba. Štíhlá administrativa se zaměřuje na vykonávání jen nezbytných činností z hlediska přidané hodnoty. Z praktických zkušeností vyplývá, že implementace štíhlé administrativy je mnohem náročnější oproti štíhlé výrobě. To je zapříčiněno složitějším rozpoznáním plýtvání v administrativních procesech, neboť je zde nezbytné pochopit podstatu, účel a samotnou pracovní pozici (Chromjaková, 2013, str. 52-53).

**Hlavní výhody plynoucí ze zavedení štíhlé administrativy jsou čtyři:**

- dostupnost informací, lidí a dokumentů ve správném čase, místě a kvalitě;
- individuální přístup pro splnění požadavků zákazníka (objednávky);
- bezchybná dokumentace, toky informací a komunikace;
- nízké náklady vyvolané zkrácením průběžné doby vyřízení objednávky.

(Chromjaková, 2013, str. 54)

### 2.4 Štíhlý vývoj

Cesta ke štíhlému podniku začíná již ve fázích vývoje výrobků, neboť zásadně ovlivňuje náklady i způsob výroby či montáže. Mezi základní principy štíhlého vývoje patří Jidoka zaměřující se na autonomii pracoviště nebo Poka-Yoke zabývající se eliminací chyb a omylů. Případně také nízkonákladová automatizace. Při vývoji se vychází z toho, že nadbytečné funkce výrobku, které zákazník nevyužívá a neuspokojují jeho potřeby, jsou plýtváním, protože za ně musí platit. Akorát je nezbytné a někdy i složité určit požadavky a hodnoty zákazníka. Cílem štíhlého vývoje zpravidla bývá i snížení celkového času vývoje alespoň o 50 % (Košturiak a Frolík, 2006, str. 31-34).

## 2.5 Jak se stát štíhlým podnikem

podle Wilsona Lonnie (2010, str. 111-118) jsou kroky ke štíhlosti následující.

1. **Synchronizovat zásobování zákazníků – externě.** Jedná se o dodávání produktů našim zákazníkům na základě jejich poptávky s ohledem na náš výrobní plán. Neboť nikdo nechce vyrábět nadbytečné zásoby. Cílem je najít rovnováhu mezi poptávkou a výrobou na základě výrobního taktu, množství zásob, bezpečnostních zásob a typů výrobků.
2. **Synchronizovat výrobu – interně** znamená rozdělení potřebné práce do výrobních kroků, které probíhají současně. Cílem je mít všechny procesní kroky ve stanoveném cyklu. Zde se využívají metody balancování výrobních operací a standardizování práce.
3. **Vytvořit materiálový tok**, kde je nutné měřit celková a místní opatření. Mezi místní opatření patří cyklový čas představující čas mezi po sobě jdoucími výrobními jednotkami. V případě výroby jednoho kusu se jedná o procesní čas. Celková opatření obsahují „Lead time“, jež představuje čas potřebný pro výrobu jedné jednotky procházející celým výrobním procesem. V případě zkracování těchto časů dochází ke zlepšování procesů. U materiálových toků se využívají metody SMED (zkrácení času přestaveb), Poka-Yoke (předcházení chyb), Jidoka (autonomnost výroby), snižování výrobních dávek a kontinuální zlepšování.
4. **Zavést tažný „pull“ systém** se doporučuje ze dvou charakteristik. První z nich jsou fixní (pevně dané) velikosti zásob dodávané zákazníkovi včetně bezpečnostní a rezervní zásoby. Druhá charakteristika představuje, že v případě odebrání zboží vzniká signál a dochází k výrobě, bez signálu není výroby. Jedním z efektivních způsobů tažných systémů je kanban, případně se využívá metoda JIT (Just in Time).

### 3 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

#### 3.1 Základní pojmy

**Průmyslové inženýrství** se zabývá odstraňováním plýtvání a ztrát ve výrobních a administrativních procesech. Snaží se o sloučení výrobních a administrativních procesů s cílem neustálého zlepšování a tvorby nových inovativních řešení. Jedná se o propojení inženýrských znalostí s praktickými dovednostmi. Průmyslové inženýrství se zabývá koordinací strojů, lidí a materiálů za účelu dosáhnout požadovaný výsledek ideálním způsobem (Chromjaková, 2013, str. 4-7).

**Průmyslový inženýr** by podle Chromjakové (2013, str. 9-11) měl mít dovednosti typu motivace, komunikace a vedení lidí včetně komunikačních a moderačních dovedností. Měl by ovládat znalosti z oblastí výrobních technologií, počítačem řízené výroby, ergonomie, fyziologie a elektroniky. Výhodou jsou také znalosti fyziky a chemie. Role průmyslového inženýra se často zabývá také analýzou a měřením práce, vývojem nových výrobních konceptů, řízením procesů a produktivity, plánováním a organizováním výroby a projektů.

Průmyslový inženýr představuje naději pro budoucnost. Očekává se, že se stane významným členem téměř všech společností, neboť se zaměřuje na odstranění plýtvání, zlepšování produktivity a snižování nákladů. Cílem průmyslového inženýra je pochopit, jak jsou jednotlivé činnosti vázány na finanční prostředky. Dále se zaměřuje na kreativní řešení problémů s cílem snížit zmíněné finanční prostředky a zvýšit produktivitu. Postupem času se z něj stává systémový analyzátor, projektový manažer, nebo inženýr kontinuálního zlepšování (Maynard, Zandin, 2001, str. 1.22-1.24).

Podle Greene (2013, str. 19-21) by měl průmyslový inženýr ovládat metody průmyslového inženýrství, redukovat náklady, zpracovávat layouty, zkoumat kapacity a rozpočty. Provádět nákladovou analýzu a v současné době se zabývat i automatizací.

**Metody průmyslového inženýrství** jsou techniky, které se zaměřují na všechny operace vybrané práce s cílem vytvořit analýzu a odstranit zbytečné operace, případně tyto operace přiblížit nejlepšímu a nejrychlejšímu způsobu provádění. Obsahuje zlepšení a standardizaci týkající se vybavení, metod a pracovních podmínek, kde patří normy času, motivace a školení obsluhy (Maynard, Zandin, 2001, str. 4.5).

**Standardizace** představuje soustavu technickohospodářských a pracovních norem, předpisů, limitů, vzorů a postupů, případně jiných podkladů vytvářejících podnikatelskou jednotku. Vytváří se s cílem zvýšení konkurenceschopnosti a přidané hodnoty procesu zaměřeného na potřeby zákazníků. Standardizace se zabývá podpůrnými činnostmi i činnostmi tvořícími hodnotu, kde hledá způsoby jejich provedení s cílem dosáhnout optima. Tyto činnosti se následně stávají závaznými do doby, než se objeví lepší způsob provádění těchto činností například vlivem vývoje (Tomek a Vávrová, 2017, str. 128).

**Vizuální řízení** je založeno na principu, že nejvíce informací vnímá člověk očima. Téměř vždy se využívají vizuální prostředky umožňující jednoduché rozpoznání stavu procesu i případných odchylek (Mašín, 2005, str. 87).

**Layout** představuje fyzické uspořádání lidí, strojů a materiálu na pracovišti. Toto uspořádání ovlivňuje produktivitu a je založeno na neustálém zlepšování. Pro zlepšení současného layoutu je možné využít třeba Spaghetti diagram sloužící pro snížení pohybu osob, výrobků a materiálu (Greene, c2013, str. 189).

### 3.2 Základní ukazatele

**Produktivita** podle Mašina a Vytlačila (2000, str. 27-28) znázorňuje míru činností, u kterých je výstupem produkt s přidanou hodnotou. Zabývá se tím, jak dobře tato činnost funguje. Nejčastější výpočet vyjadřuje poměr mezi výstupem s přidanou hodnotou a vstupem, kde spadají zdroje potřebné pro tento proces. Výstupy mohou být v peněžních jednotkách, nebo v objemu výrobků, litrech, tunách, atd. Do vstupů je možné zařadit pracovní sílu, materiál, výrobní zařízení či kapitál.

Jurová (2016, str. 103-104) definovala produktivitu jako vztah mezi výstupem a prací nutnou pro dosažení daného výstupu. Pro zvýšení produktivity tedy stačí provádět stejné činnosti jako doposud akorát rychleji, případně změnit způsob vykonávané práce.

**KPI** (Key Performance Indicator) jsou klíčové ukazatele výkonnosti, které se snaží o snížení množství nadbytečných informací na určitý počet z důvodu snadnějšího rozhodování managementu. Patří zde množství vyrobených kusů za určité období (při konci směny, nebo dne). Nebýt těchto ukazatelů, tak zodpovědné strany neví, zda jim výroba funguje dobře, nebo špatně. Pro zjištění KPI jsou nejlepší systémy pracující v reálném čase vytvářející KPI okamžitě a efektivně. Systémem pracujícím v reálném čase je například MES (Meyer, Franz, Thiel, 2009, str. 24).

OEE je jedním z nejčastějších a nejdůležitějších klíčových ukazatelů výkonnosti zabývající se celkovou efektivností zařízení (Overall Equipment Efficiency). Tento ukazatel se skládá ze tří oblastí.

- **Dostupnost** značí poměr dostupného času stroje a celkového času. Celkový čas představuje plánovaný čas trvající celou směnu, či den. Dostupný čas stroje představuje čas, kdy je stroj připravený k výrobě, je dostupný a vyrábí produkty. Rozdíl mezi těmito časy může být způsoben poruchami stroje, přestavbou a jinými prostoji.
- **Kvalita** vyjadřuje poměr mezi kvalitními (schopnými) výrobky a celkovými výrobky. Rozdíl mezi těmito kusy je způsoben vadami, přepracováním výrobků a případně chybami.
- **Výkonnost** je možné popsat jako plnění norem. Vypočítá se poměrem skutečně vyrobených kusů za jednotku času a teoretického množství za jednotku času. Rozdíl může být způsoben nečinností, případně překročením stanovené normy.

Pro výpočet OEE je třeba vynásobit všechny tři výše uvedené ukazatele. Výsledný ukazatel vychází v procentech.

(Meyer, Franz, Thiel, 2009, str. 183-184)

### 3.1 Pareto analýza

Pareto analýzu založil italský ekonom Vilfredo Pareto. Tato metoda vznikla za účelem opakované shody, kde se prokázalo, že poměrně malé množství chyb může způsobit většinu problémů. Obecné pravidlo Pareto analýzy vychází z toho, že okolo 20 % typů chyb (příčin) může způsobit 80 % problémů (důsledků). Využívá se pro určení toho, co je nezbytně důležité a co není třeba řešit. Z hlediska kvality se jedná o často využívaný nástroj (Salvendy, 2001, str. 1859).

Podle Larsona (2003, str. 69-72) je Pareto diagram ve formě sloupcového grafu a ukazuje důvody chyb včetně počtu chyb pro jednotlivé kategorie. Postup sestavení je následovný. Důležitým krokem je samotný sběr dat, kde je dobré určit rozsah tak, aby zde bylo minimálně 50 výskytů (chyb), jedná se o doporučení. Nejjednodušší variantou je využití historických dat, jenže když tyto data nejsou, je třeba vytvořit kontrolní list. K jednotlivým výskytům se přiřadí důvod vzniku a následně se rozdělí do jednotlivých kategorií. Poté dojde k seřazení těchto kategorií na základě četností do přehledné tabulky. Dalším krokem je tvorba

samotného grafu, na osu x se znázorní kategorie podle četnosti od největšího po nejmenší, na ose y se vyobrazí počet četností. V závislosti na výsledcích z Pareto analýzy se stanoví počet členů projektové týmů, případně počet týmů. Na vedlejší osu se následně znázorňuje kumulativní četnost v % ve formě spojnicového grafu.

### 3.1 Rychlé změny výroby a seřízení

Rychlé změny jsou založené na detailní analýze seřízení a přestavby probíhající přímo u daného zařízení (pozorováním a videozáznamem). Jedná se o systematický proces, jež má za cíl snížit časy přestaveb mezi dvěma po sobě vyráběnými typy výrobků (Košturiak a Frolík, 2006, str. 107).

Provedení rychlých změn má hned několik důvodů. Nejčastějším z nich je ekonomické přežití, případně být lepší než konkurence. Mezi další důvody patří ziskovost, stabilita, růst, nebo být ve své oblasti podnikání nejlepší (Birmingham a Jelinek, 2007, str. 4).

#### 3.1.1 Přístupy ke změnám výroby včetně seřízení

Existují dvě možnosti podle Mašína a Vytlačila (2000, str. 206-207) pomocí nichž je možné snižovat čas na přestavbu.

- a) Prodlužovat dobu výroby bez změny varianty (tradiční přístup);
- b) zkracovat samotnou dobu změny (současný přístup).

Seřizování či přestavby se od sebe liší v závislosti na typu stroje a nástrojích, ale zpravidla se skládá ze čtyř typů činností. Tento stejný názor sdílí Mašín (2000, str. 206-207) i Košturiak a Frolík (2006, str. 107).

- Kontrola materiálů a nástrojů včetně přípravy (30% podíl času);
- výměna a montáž nástroje (5% podíl času);
- činnost týkající se seřízení polohy a rozměrů nástrojů (15% podíl času);
- zkouška (odzkoušení) včetně úpravy (50% podíl času).

**U tradičního přístupu** ke změnám probíhají tyto čtyři typy činností při vypnutém stroji. Z toho důvodu, že bývá tato činnost časově náročná, přichází se s řešením týkající se zvyšování počtu výrobních dávek (EOQ – Economic Order Quantity). Čím více kusů bude mezi přestavbou vyrobeno, tím nižší čas připadá na kus vyrobené produkce. Z tradičního hlediska představují velké výrobní dávky nejefektivnější a nejjednodušší způsob pro snižování doby seřízení a změn (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 207-210).

**Současný přístup** se oproti tradičnímu značně liší, neboť má za cíl pružně reagovat na požadavky trhu, čehož není možné dosáhnout velkými výrobními dávkami. Oproti tradičnímu přístupu vychází ten současný z možnosti dramatického snížení potřebného času pro změnu a seřízení. Pro snížení času se využívají moderní metody průmyslového inženýrství (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 207-210).

### 3.1.2 Historie a princip metody SMED

Tvůrcem této metody byl jeden ze zakladatelů systému Toyota, a to Shigeo Shingo. Z hlediska historie se nejprve Shigeo Shingo zaměřil na zvyšování rychlosti ve výrobě, ale když jednoho dne dorazil do výroby, byl překvapen, že stroj nevyrábí a nevyužívá svůj potenciál, neboť docházelo k přestavbě. První věc, která zakladatele napadla, bylo přichystání nástrojů a materiálu potřebného na další zakázku. V tu chvíli si uvědomil, že přestavba hraje velmi důležitou roli nezbytnou pro plné využití strojní kapacity a začal se tímto procesem přestavby zajímat (Birmingham a Jelinek, 2007, str. 8-9).

Princip metody SMED (Single Minute Exchange Die) vychází z rozdělení činností do dvou základních kategorií. Jedná se o interní a externí operace. Interní operace je možné provádět jen při zastaveném stroji, naopak ty externí se dají vykonávat i při chodu stroje (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 212-218).

Seřízení představuje potřebný čas začínající ukončením výroby posledního kusu a končící výrobou prvního dobrého kusu včetně provedení kontroly. Z hlediska posloupnosti mezi tyto dvě činnosti patří například odebrání starého přípravku, umístění a nastavení nového, úprava a doladění parametrů procesu až po zmiňovanou kontrolu prvního dobrého kusu (Košturiak a Frolík, 2006, str. 107).

Tuto metodu je možné využít téměř všude, kde dochází k častému seřízení, přičemž čas seřízení se vysokou hodnotou podílí na prostojích stroje (Košturiak a Frolík, 2006, str. 107).



Obrázek 1 – Definování pojmu seřízení (Košturiak a Frolík, 2006, str. 107)



### Postup metody SMED

Jednou z nejlepších metod je natočení celého postupu seřizování a přestavby. Poté je vhodné naslouchat operátorům a nechat je vyjádřit svůj názor.

- 1.) Je nezbytné oddělit interní a externí operace. Každý z pracovníků zpravidla souhlasí, že údržbu a přípravu nástrojů je možné provádět i při produkci, jenže většinou to bývá prováděno naopak při zastaveném stroji.
- 2.) Převedení interních operací na externí, čímž dochází k redukci interních procesů. Toho je možné dosáhnout zjednodušením upevnění nástrojů, pomocným pracovníkem, předem zkontrolovanými a nastavenými rozměry.
- 3.) Zkracování, zlepšování činností u interních a externích operací. Tato část se většinou zabývá organizací práce na pracovišti a eliminací nastavení rozměrů a poloh jednotlivých nástrojů.

(Mašín a Vytlačil, 2000, str. 212-218; Košturiak a Frolík, 2006, str. 107)

#### 3.1.3 Důvody a výhody rychlých změn

Cílem samotného výrobního systému je vyrábět ve výrobních dávkách blízcích se jednomu kusu, orientovaných na základě poptávky trhu. Této výrobě se říká výroba jednoho kusu „One Piece Flow“. Při této výrobě je nezbytné mít krátké časy seřízení a změny výroby u všech vyráběných variant. Toho je možné dosáhnout metodou SMED, která vychází z převedení a objasnění interních a externích činností (Salvendy, 2001, str. 547).

Mezi výhody plynoucí z realizace rychlých změn patří podle Birminghama a Jelinka (2007, str. 9-10).

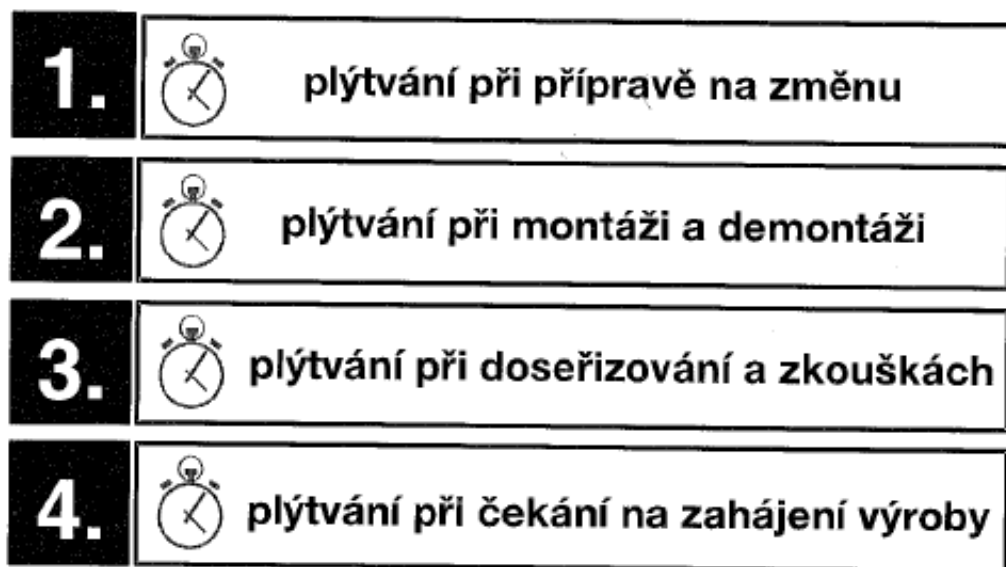
- Zjednodušení výrobního procesu s ohledem na zaměstnance, neboť šťastní zaměstnanci neodcházejí z firmy a snižují tak fluktuaci.
- Zlepšování kvality výrobků je jedním z výhod, poněvadž umožňuje lépe definovat, kontrolovat a zjednodušit proces výroby.
- Zvýšení výkonnosti umožňuje zlepšit vztah k zákazníkovi. Například zlepšení dodávek vyústí ve zvýšené prodeje zboží zákazníkovi.
- Zvýšení konkurenceschopnosti snižováním nákladů a zdrojů nutných pro změnu z jedné varianty na druhou, případně nákladů na skladování a jiné ztráty.

- Výroba v menších dávkách je jednou z nejlepších výhod této metody. Při výrobě velkého množství se náklady na jednotku produkce zpravidla snižují. Velké dávky vyvolávají dodatečné náklady a nevýhody ve formě nadbytečných nákladů na skladování, nestandardizovaných přestaveb, ztrát z čekání (zákazník musí čekat, než se bude vyrábět daná varianta) a ztrát z hlediska kvality (velké zásoby s sebou nesou riziko možného šrotování, nebo nutného přepracování).

### 3.1.4 Plýtvání při seřizení a změnách

Podle Mašina a Vytlačila (2000, str. 210-212) je plýtvání zpravidla patrné hned při první analýze s využitím průmyslového inženýrství. Plýtváním u seřizení se rozumí čas prodlužující prostoj zařízení (např.: dovezení nástrojů po zastavení stroje, drobné opravy na nástroji, zbytečná chůze, hledání dílů, chystání prostoru pro přestavbu až po zastavení stroje). U těchto činností se bavíme o **zjevných plýtváních**. Při seřizení se setkáváme i se skrytým plýtváním (např.: úprava pracovní výšky, utahování a povolování šroubů).

Následující obrázek znázorňuje čtyři druhy plýtvání obsahující zjevné nebo skryté plýtvání při seřizení a změnách výroby.



Obrázek 2 – Čtyři druhy plýtvání při seřizení (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 211)

Do první oblasti patří převážně hledání vlastních pomůcek a nástrojů, kontrola pracovních postupů při výměně či hledání přípravků pro kontrolu.

Ve druhé oblasti je utahování a povolování šroubů s velkým počtem otoček, čekání jednoho pracovníka na druhého, demontáž a případná montáž součástek či skluzů.

Třetí oblast obsahuje převážně pohyby nutné pro dosažení a umístění nástrojů. Tyto pohyby jsou zapříčiněny převážně nadměrným plýtváním s materiálem pro zkušební „pokusy“, jež jsou často založeny i na náhodě.

Čtvrtou a poslední oblastí prostoje je plýtvání při čekání na zahájení výroby. Zde patří čekání na odpovědnou osobu, která rozhodne, zda může dojít k výrobě, někdy tato forma plýtvání může trvat i mnohem déle než samotné seřizování.

(Mašín a Vytlačil, 2000, str. 210-212)

### 3.2 MUDA analýza

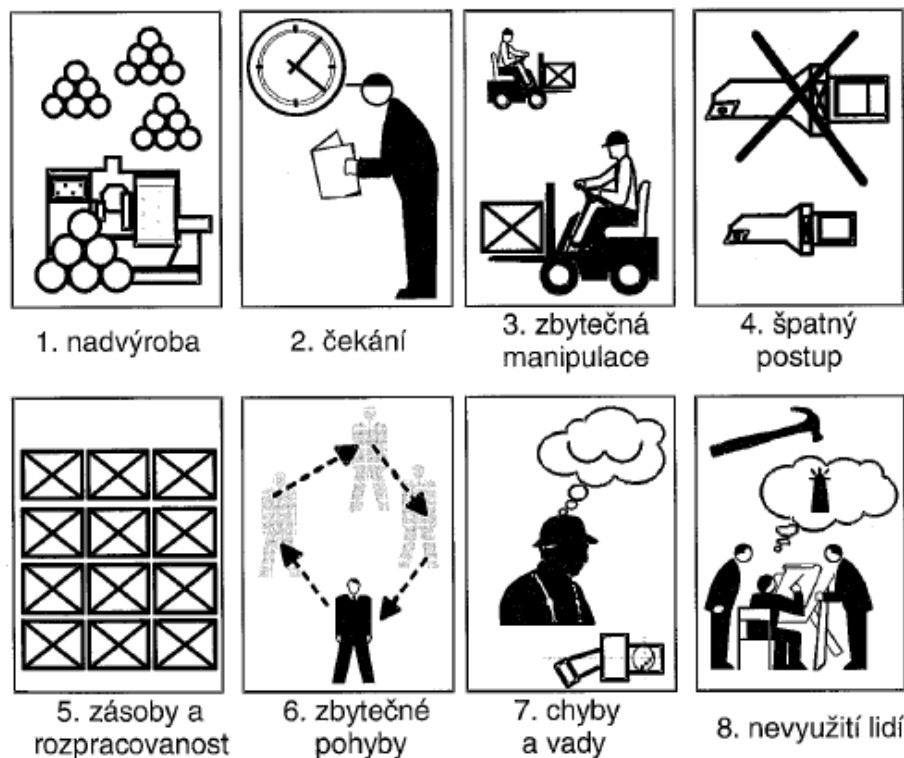
MUDA analýza se zabývá analýzou plýtvání a nepotřebných činností. Zákazník je připraven zaplatit jen za práci, procesy a materiál, jež mu přidává hodnotu. Zpravidla jsou hodnototvorné procesy v podnicích mezi 10 až 30 % celkových nákladů. Přičemž ostatní náklady představují pro společnost plýtvání, nebo nepotřebné činnosti, které je nezbytné eliminovat. Kroky této analýzy vycházejí z objevení plýtvání a nepotřebných činností, snížení těchto prostoje a poskytování činností přidávající hodnotu. Tato analýza se zabývá 8 typy plýtvání.

- **Nadvýroba** je jednou z nejzávažnějších typů plýtvání představující výrobu více produktů, než je potřeba. Při této variantě plýtvání vznikají ztráty u materiálu, lidí i zařízení. Zvyšují se také skladovací, transportní a administrativní náklady.
- **Nevhodné pracovní postupy** vycházejí z provádění nepotřebných a neefektivních činností popsaných v procesech. Proti tomuto plýtvání se dá bojovat zjednodušením práce a standardizací vhodného postupu.
- **Přepřepování a opravy** jsou plýtváním ovlivňujícím kvalitu. Nejlepší metodou pro odstranění tohoto prostoje je provádění činností správně hned napoprvé. Další možností je výroba jednoho kusu (One Piece Flow).
- **Pohyby** představují plýtvání, neboť všechny zbytečné pohyby je třeba odstranit, případně eliminovat. Jedná se převážně o činnosti fyzicky náročné (chůze s objekty, odkládání předmětů a jiné).
- **Doprava (transport)** představuje plýtvání při přepravě materiálu, hotových výrobků a polotovarů z procesu do skladů, meziskladů a opačně.

- **Skladování** značí nadbytečné náklady týkající se administrativních činností vzniklých skladováním a využitím výrobních ploch. Jedná se převážně o skladování zásob a rozpracované výroby.
- **Čekání** je způsobeno tím, že operátor musí na něco čekat. Například při nedostatku práce, poruše zařízení, nebo vzájemné čekání na jiné operátory či procesy.

(Maynard, Zandin, 2001, str. 2.135-2.137)

Mašín (2003, str. 20) definoval také předchozích 7 forem plýtvání s tím, že přidal ještě jedno týkající se **nevyužitého potenciálu pracovníků**. Většinou to nastává u podniků, kde není definován tok znalostí a samotného know-how mezi jednotlivými úseky podniku. Tento typ plýtvání může mít trvalý, nebo dočasný charakter. Vlivem daného plýtvání dochází ke snížení počtu zlepšovacích návrhů, zvyšování demotivace a fluktuace pracovníků.



Obrázek 3 – 8 druhů plýtvání (Mašín, 2000, str. 45)

## 4 MOŽNOSTI SBĚRU DAT

První otázka při sběru dat se zpravidla týká výběru správného typu dat.

**Typy dat při sběru dat jsou následující:**

- Data týkající se výroby zpravidla obsahují počty vyrobených kusů, případně zbývající výrobní množství či množství potřebných surovin.
- Data zaměřená na prostoje slouží pro určení stavu zařízení. Zda dochází k výrobě, nebo se nevyrábí. Zpravidla jsou zde popsány příčiny a rychlost oproti plánu.
- Data o pohybu materiálu se v současné době využívají nejčastěji pomocí RFID čipů a čteček čárových kódů. Můžou se zde například sbírat data o průjezdu materiálu určitými místy.
- Data o kvalitě často obsahují velký poměr manuálně napsaných dat, mezi která patří výsledky z měřících přístrojů či provedení vizuální kontroly. Setkáváme se zde také s automatickým sběrem dat, například u robotů automaticky vyřazujících špatné kusy.
- Technologická data jsou tvořena daty týkající se technologie a prostředí, příkladem je teplota, počty otáček a tlak.
- Data z oblasti nevýrobních aktivit vyjadřují ostatní informace. Patří zde záznamy o testování nových postupů, úprava stroje, atd.

(Plaček Petr, © 2001-2018)

### **Možnosti sběru dat**

Plně automatický sběr dat je možné provádět jen u technologických dat, u ostatních se kromě automatického sběru dat přidává i část umožňující ruční zápis. Do ručního zápisu pomocí terminálu spadá například označení pracovníka, potvrzení počtu vyrobených kusů, případně detailní analýza prostojů. Mezi možnosti sběru dat patří.

- Využití komunikačního rozhraní dodaného samotným výrobcem. Kde dochází ke stažení dat přímo do centrální databáze pomocí komunikačních protokolů přímo z řídicího systému výrobní linky, či zařízení.
- Umístění čidel určených pro snímání postupu výroby bez propojení s řídicím systémem daného zařízení. Zpravidla se využívá u starších zařízení, kde není možné propojení s řídicím systémem, nebo je to finančně náročné.

- Vytvoření rozhraní pro komunikaci nezávislým dodavatelem zabývajícím se výrobou systémů pro sběr dat. Při této variantě je velice důležitá schopnost a znalost samotných pracovníků daného dodavatele.

Po samotném sběru dat následuje převedení dat do informací, které se dále distribuují k vybraným uživatelům a v případě správného využití vedou ke smysluplným závěrům.

(Plaček Petr, © 2001-2018; Szydlowski Tomáš, © 2001-2018)

**Důvody sběru dat podle Szydlowski Tomáše (© 2001-2018):**

- zpřesnění evidence týkající se spotřeby materiálu;
- odůvodnění výkonnosti, kde patří možnosti vyhodnocení efektivity jednotlivých procesů, měření výkonu a určení KPI;
- zvýšení efektivity ve výrobě;
- zjištění úzkých míst ve výrobě;
- propojení naší produkce s číslem šarže materiálu nutného pro samotnou výrobu;
- podklad pro stanovení norem spotřeby materiálu a lidské práce.

#### 4.1 Software MES

MES (Manufacturing Execution System) je počítačový systém používaný ve výrobě pracující v reálném čase. MES má za cíl poskytnout správné informace, ve správném čase a ukázat současný stav výroby za účelem optimalizace a zlepšení výstupu. Tento software zpravidla funguje ve více funkčních oblastech, kde patří management produktu, plánování zdrojů a materiálu, životní cyklus produktu, zpracování objednávek a analýza OEE (Freberg Laura, 2014, str. 4).

**Software MES se využívá u třech hlavních procesů.**

- Výrobní tok zaměřený na plánování – představuje plánování výrobního procesu ve formě objednávek včetně plánování zdrojů.
- Výrobní tok orientovaný na design – obsahuje technické mapy produktů s výrobním tokem a zdroji potřebnými pro výroby.
- Zpracování objednávek, uchovávání výrobních dat a provádění kontrolních příkazů.

(Meyer, Franz, Thiel, 2009, str. 53)

Podle Špeliny (© 2001-2018) se v roce 2017 stává zavádění systémů MES masivním trendem v českých podnicích. Zpravidla jsou implementovány za účelem zvyšování produktivity. MES je informační systém využívaný pro řízení výroby na různých dílnách. V případě složitější výroby se zavádějí APS (Advanced Planning and Scheduling) zaměřené nejen na plánování, ale také se zajímají o náklady, skladování a čas. MES systém má za cíl zmonitorovat situaci v dílně, získat informace o rozpracovanosti zajišťující plánování a řízení výroby v reálném čase.

#### 4.1.1 Požadavky na software MES

Pro uživatele pracujícího s daným softwarem jsou nejdůležitější přehledy a uživatelské prostředí, neboť se často ani s ničím jiným nesetkává. Úspěšnost a efektivnost se většinou odvíjí právě od uživatelského prostředí a schopností lidí, kteří se softwarem pracují.

V praxi jsou dvě varianty softwaru MES, jeden z nich je standardizovaný bez možnosti vlastní úpravy, jež bývá levnější, ale horší pro samotné uživatele. Druhou možností je software umožňující vlastní úpravy. Mezi tyto úpravy patří:

- Nejdůležitějším požadavkem je mít informace ze systému neustále dostupné na jakémkoli místě, například i mimo společnost. Tento požadavek může být splněn pouze webovou aplikací prostřednictvím webového prohlížeče, případně aplikací v chytrém telefonu.
- Úprava standardního rozhraní uživatele, kde patří změna barvy, písma, vložení loga společnosti či celkový vzhled aplikace.
- Úprava funkcí a obsahu podle přání zákazníka s rozdělením na skupiny a uživatele. Například úprava tabulek, třídění v tabulkách, atd.
- Přístup k volné úpravě vizuální stránky v závislosti na procesech a uživateli (údržba, plánovač výroby, ...).
- Umožňovat optimalizaci systému na pravidelné bázi s cílem kontinuálního zlepšování celé společnosti.

(Meyer, Franz, Thiel, 2009, str. 144-147)

#### 4.1.2 Reporting ze softwaru MES

Podmínkou funkčního systému je tvorba reportů pro různé skupiny uživatelů. Příkladem je report týkající se počtu vyrobených kusů za jednotlivé směny určený pro výrobní management. Doplňující informace o poruchách pro údržbu, případně report týkající se kvality a oprav pro oddělení kvality. Pro vyšší management poté umožňuje tvořit report ve formě KPI. Tyto reporty jsou určeny pro podporu pracovníků v každodenní práci.

Reporty jsou vytvářeny buď automatickou tvorbou sestav, případně manuálně spuštěním softwaru uživatelem. Tyto reporty se mohou ukládat do specifické složky, mohou chodit emailem, či pomocí sms, což zvyšuje komfort pro uživatele.

(Meyer, Franz, Thiel, 2009, str. 148-150)

### 4.2 SAP software

SAP software bývá považován za jeden z nejlepších ERP systémů. Tento software je od společnosti SAP a je distribuován do 45 lokací. Cílem softwaru je podpora podnikových procesů ve 25 odvětvích, dále zvyšuje konkurenceschopnost díky flexibilnějším a rychlejším procesům. Mezi další výhody patří zjednodušování struktury společnosti a zvyšování spokojenosti zákazníků vlivem lepšího využití zdrojů (SAP ERP, © 2018).

#### Funkce softwaru SAP

SAP software má mnoho funkcí, mezi které patří například.

- Personální funkce – obsahuje základní řízení lidských zdrojů, management času a zákazníků.
- Nákupní proces – je tvořen podporou, odstraněním problémů a případnou údržbou.
- Řízení objednávek – se skládá ze skladování a zásobování, řízení pohledávek, řízení smluv a objednávek.
- Poptávka zákazníka – je tvořena řízením služeb, projektovým řízením služeb a servisními díly.
- Finanční funkce – obsahují účetnictví a finanční uzávěrku, dále management cestování a globalizaci možností.
- Plánování výroby – se skládá z plánování výroby, skladování a zásobování. Dále managementu kvality, údržby samotných produktů.

(SAP ERP, © 2018)



## 5 DMAIC

Je to jeden z nástrojů Lean Six Sigmy, která je zaměřena na neustálé zlepšování. Six Sigma se využívá pro zlepšování podnikových procesů a má za cíl dosáhnout méně než 3,4 vady na milion příležitostí. Zabývá se zkoumáním různých faktorů (závislých a nezávislých proměnných) s využitím převážně statistických metod (Mašín, 2005, str. 74).

DMAIC se podle Svozilové (2011, str. 130-131) skládá z 5 fází:

- D – Define (definování rozsahu projektu a jeho cílů);
- M – Measure (měření současné výkonnosti procesu);
- A – Analyse (analyzování problému a jeho příčin);
- I – Improve (zlepšování procesů s cílem odstranit problémy);
- C – Control (sledování procesů s cílem udržet dané zlepšení).

**Využití metody DMAIC** podle Střelce Jiřího (© 2018).

Metoda DMAIC je vhodná pro řešení téměř všech problémů, pro dosažení lepších výsledků, zvýšení spokojenosti zákazníků nebo při zavádění nových změn. Jedná se o proces, jež je možné neustále opakovat a tím dosahovat lepších a lepších výsledků. Tato metoda může být využívána ve všech oborech, kde je třeba zlepšit současný proces či stav (např. logistika, výroba, řízení kvality, management, informační systémy a marketing).

### 5.1 D – Define

Fáze definování obsahuje stanovení projektu, zdrojů, času a jednotlivých očekávání. Zabývá se detailním popsáním produktu a procesu za účelem zlepšení. Výsledkem této fáze je vytvoření projektového listu (Project Charteru). V některých zdrojích je tento soubor nazvaný jako PDF (Project Definition Form). Přičemž by měl obsahovat dostatek informací k tomu, aby výběrová komise byla schopna tento projekt schválit a zároveň by neměla mít více jak 2 strany. Cílem této fáze je vypracování prvotní analýzy za účelu stanovení cílů projektu. Následuje schválení daného cíle projektovým týmem a sponzorem projektu. Projektový tým se musí zaměřit na „hlas zákazníka“, případně na zjištěné nedostatky, porozumět správnému propojení projektu se strategií společnosti, určit hranice projektu (rozsah, začátek a konec projektu) a stanovit hodnoty potřebné pro naplnění projektu (Michael L. George, 2003, str. 273-277; Kormanec Peter, © 2012).

Michael L. George (2003, str. 277) popisuje hlavní metriky úspěchu projektového týmu následovně:

- spokojenost zákazníků (dotazníkové šetření);
- dodací lhůta, případně rychlost;
- finanční výsledky (zvyšování výnosů, snižování nákladů);
- zvyšování Sigma úrovně.

## 5.2 M – Measure

Fáze měření se zabývá stanovením techniky sběru dat vhodného pro současné zjištění situace a také pro budoucí monitorování po provedení zlepšení. V této fázi je vhodné propojit data se znalostmi a zkušenostmi a následně zjistit funkčnost procesu. Výstupem této fáze je stanovení sběru dat a provedení předběžné analýzy pro stanovení směru projektu (Kormanec Peter, © 2012).

Sběr dat je jednou z nejdůležitějších částí projektu, neboť veškerá rozhodnutí jsou založená na datech. V případě, že společnost nemá potřebná data, je nezbytné stanovit způsob sběru dat. Důležité je udržovat soubory, kde jsou jednotlivé stížnosti zákazníků. Snažit se odpovědět na otázku, proč nás náš zákazník opustil a šel ke konkurenci. Data jsou také důležitá pro zjištění, kde je současný problém a pro stanovení výchozího stavu výkonu. Na základě výchozího stavu se stanovuje cíl, u kterého se následně pomocí monitorování zjišťuje samotné plnění (Larson, 2003, str. 37).

Michael L. George (2003, str. 281) definoval překážky při sběru dat následovně:

- potřebná data se ve společnosti nikdy předtím nesbírala;
- data byla sbírána, ale bez praktického účelu;
- data se nezaměřují na to, co je nutné kontrolovat (měřit);
- u velkého množství dat je těžké provést třídění (kvalitní a nekvalitní data).

Tato fáze se zabývá měřením těchto **základních hodnot (metrik)**:

- stupeň výkonu – průměrný počet výrobků v daném období (zpravidla za den);
- rozpracovaná výroba (WIP – Work in Process);
- cyklový nebo dávkový čas – čas od začátku po konec výroby s určitým počtem výrobků;
- seřízení stroje a prстоje – obsahuje jakékoli ztráty produkce nebo zpoždění;

- komplexnost (složitost) – zabývá se složitostí každodenních, případně týdenních úkolů. Na základě činností se stanovuje složitost.

(Michael L. George, 2003, str. 281-283)

**Klíčové měřicí nástroje** podle Michaela L. Georga (2003, str. 285-288).

- Popis procesu – je možné využít nástroje typu VSM (Value Stream Mapping) znázorňující činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu. Dalším nástrojem je graf analýzy času zobrazující poměry přidávajících a nepřidávajících hodnot.
- Zaměření (prioritizace) – typickým nástrojem této oblasti je Pareto diagram a FMEA analýza. Pareto zkoumá významnost jednotlivých oblastí a FMEA se snaží o identifikaci místa vzniku vad ve výrobě.
- Sběr dat s vysokou přesností – často využívaným nástrojem je Gage Repeatability and Reproducibility (Opakovatelnost a Reprodukovatelnost). Opakovatelnost vyjadřuje, že stejná měření stejných položek budou mít stejné výsledky, přičemž tuto činnost provádí stejný člověk. Reprodukovatelnost znamená, že různí lidé budou měřit položky se stejným výsledkem.
- Kvalifikace a popis změn – běžně se využívají kontrolní grafy znázorňující body v čase včetně výpočtů pro ověření, zda jsou data součástí procesu.

### 5.3 A – Analyse

Účel této fáze spočívá ve vysvětlení a objasnění všech informací a dat posbíraných v předchozí fázi měření. Tyto data a informace se dále využívají pro ujasnění příčin plýtvání, zpoždění či nedostatečné kvality. Následně se propojují osobní zkušenosti s názory jednotlivých členů projektového týmu. Využívá se zde jedna z nejpoužívanějších metod zabývajících se zkoumáním a mapováním vztahů mezi příčinami a následky (Michael L. George, 2003, str. 289).

Při samotné analýze je nezbytné, aby členové projektového týmu dokázali překonat neznalost, přičemž většina členů zná a využívá nástroje pro analýzu dat. Velikou výhodou je mít v týmu Black Belta, jež má neocenitelné odborné znalosti a při samotné analýze ho je možné brát jako školitele a rádce (Michael L. George, 2003, str. 291).

## 5.4 I – Improve

Jediným účelem fáze zlepšení je provést změny v procesu s cílem eliminovat chyby, plýtvání a snižovat náklady s ohledem na zákazníka. Dochází zde k tvorbě myšlenek s cílem zlepšit procesy, ke zpracování návrhům jednotlivých řešení a také k zavedení (implementaci) vybraných návrhů pro zlepšení. Tyto návrhy jsou tvořeny na základě brainstormingu a potřeb zákazníků s cílem dosáhnout stanového cíle projektu. Často se v této fázi využívají i štihlé nástroje (Michael L. George, 2003, str. 292; Kormanec Peter, © 2012).

Michael L. George (2003, str. 294-298) **definoval možné kroky fáze Improve.**

- 1.) Identifikování a sestavení procesů do zmíněných čtyř kategorií:
  - a) činnosti zpomalující začátek práce přidávající hodnotu;
  - b) činnosti, u kterých je potřeba více času k výrobě na plnou rychlost;
  - c) činnosti přerušující procesy přidávající hodnotu;
  - d) velmi podobné činnosti, nebo shodné s jinými činnostmi v procesu.
- 2.) Zjištění, zda je možné některé ze zpoždění a přerušení odstranit.
- 3.) Zjednodušit nebo upřesnit činnosti typu zpoždění či přerušení, které není možné odstranit.
- 4.) Přesunout a udržet proces pod statistickou kontrolou.

## 5.5 C – Control

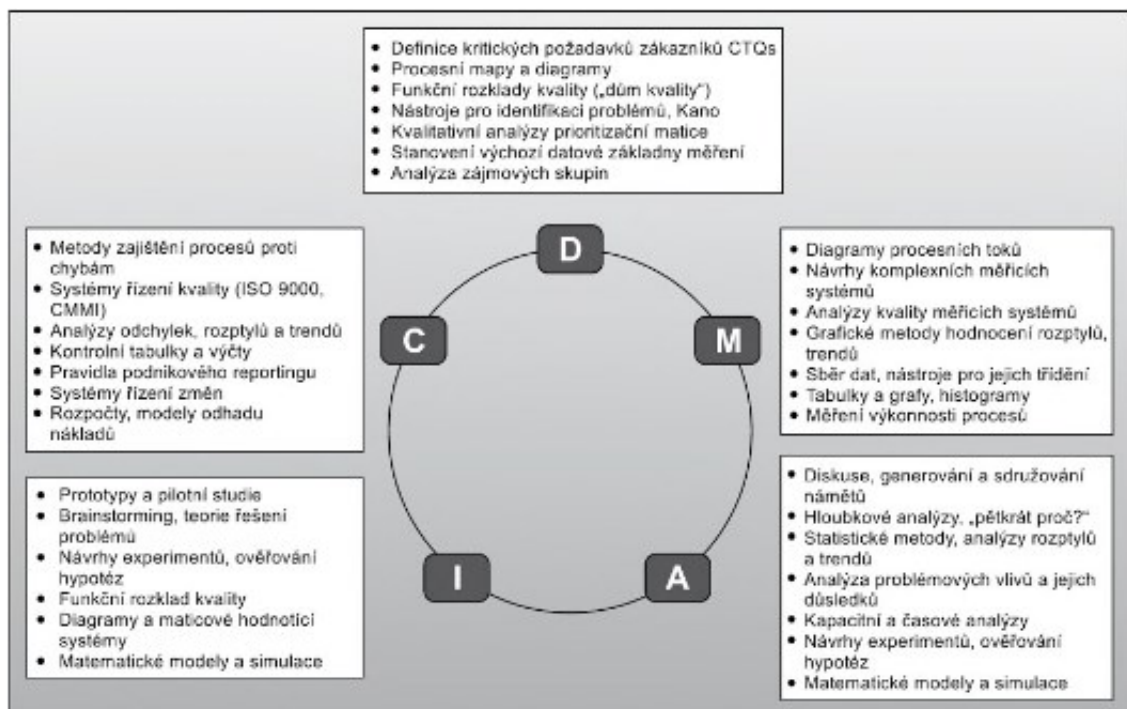
Fáze řízení (control) se zaměřuje převážně na standardizaci procesu s cílem trvale udržet tento přínos (zlepšený proces), ale to jen za podmínek, pokud neexistuje ještě lepší způsob, jak provádět daný proces. Hlavně nesmí dojít k návratu do stavu před změnou. V této fázi se odpovědnost za proces a řízení převádí z projektového týmu na vlastníka procesu. (Michael L. George, 2003, str. 303-308; Kormanec Peter, © 2012)

Michael L. George (2003, str. 304-307) **stanovil 6 kritických oblastí fáze Control.**

- Ověření, zda je zdokonalený proces dokumentován. – Zde patří vytvoření písemného postupu včetně školení pracovníků. Cílem je udělat činnosti jednodušší pro pracovníky.
- Finanční vyhodnocení implementovaných výsledků (v peněžních jednotkách). – Cílem metody DMAIC je zvýšení konkurenceschopnosti a ziskovosti, přičemž výsledky projektu musí být vyjádřeny v penězích.

- Ověření výsledků po uplynutí určité doby. – Je nezbytné dát pracovníkům čas na to, aby se vyrovnali s novými pracovními postupy, případně s jinou změnou. Zpravidla probíhá kontrola po dvou až třech měsících.
- Automatický monitorovací systém je zaveden a užíván. – Rozšíření počítačových systémů vyústilo ve tvorbu automatického varovného systému, který upozorňuje na případné poruchy a kontroluje výkonnost. V případě, že není ve společnosti online systém, je třeba sbírat data manuálně po dobu několika měsíců.
- Pilotní implementace. – Cílem pilotní implementace je dokázat, že stanovená řešení splňují požadavky systému a samotného vedení.
- Vypracování kontrolního plánu. – Zde se stanovují zodpovědnosti za dané procesy včetně budoucí mapy procesů. Cílem je ověřit, zda proces uspokojuje požadavky z hlediska času.

Na následujícím obrázku je možné vidět metody využívané v jednotlivých fázích metody DMAIC.



Obrázek 4 – Nástroje DMAIC (Svozilová, 2011, str. 130)

## 5.6 Složení DMAIC týmu

Složení členů projektového týmu je podle Eckese (2001, str. 42-43) následující.

### **Sponzor**

Každý tým by měl mít sponzora, většinou to bývá vlastník procesu, který je zároveň i člen managementu. Mezi jeho zodpovědnosti patří výběr členů projektového týmu, stanovení strategie a rozsahu projektu. Měl by stanovit oblasti, kterým se má projekt vyhnout a určit práci celému týmu. Po rozběhnutí projektu, při jeho realizaci patří mezi jeho zodpovědnosti dělat závěrečná rozhodnutí, případně hledat překážky za účelem prevence.

### **Vedoucí projektu (Black Belt, Green Belt)**

Black a Green Belt jsou nazýváni jako skupina budoucích manažerů (vedoucích), kteří jsou na 100 % zodpovědní za kvalitní úsilí. Měli by být vedoucími projektového týmu na plný úvazek a vést tým po metodické stránce k dosažení stanoveného cíle. Většinou ale společnosti na tyto vedoucí nemají dostatek finančních prostředků, a proto vedou tým jen částečně, přičemž běžně vykonávají jinou činnost. Zodpovědnosti Black a Green Belta jsou taktické řízení projektového týmu, kontrola dodržování termínů ze strany členů projektového týmu a stanovování pravidelných schůzek. Následně komunikace se sponzorem projektu minimálně jednou týdně.

### **Týmový konzultant (The Master Black Belt)**

Tento člen týmu nebývá zpravidla na plný úvazek. Většinou to je interní konzultant kvality s výbornými technickými dovednostmi. V případě, že se tým bude ptát na určité otázky, měl by jim tento člen poradit a vytvořit návod, případně školení.

### **Členové týmu**

Členové projektového týmu jsou zpravidla vybráni na základě technických zkušeností z oblasti týkající se projektu. Hlavním úkolem je plnit kroky pro implementaci daného DMAIC projektu.

## 6 PROCES LISOVÁNÍ OCELI

Lisování se zabývá zpracováním materiálu za využití velkého tlaku s cílem změnit tvar výsledného obrobku. Zpravidla se jedná o tenké ocelové díly, u kterých dochází ke změně tvaru. Postup pro lisování oceli je následovný, nejprve se ocelový plát namaže a umístí do formy. Spodní část je brána jako forma, horní část lisu drží obrobek na správném místě a pomocí razidla dochází k lisování za velkého tlaku (ExaPro blog, © 2013).

Lisování je jednou z možností pro úpravu plechu, jež se skládá z procesů děrování, stříhání, ohýbání a hloubkové tažení. Proces lisování může být proveden najednou, či postupně s cílem získat finální plechový díl s rovnoměrnou tloušťkou plechu. Plechové kusy jsou profilované pomocí několika procesů měnících strukturu plechového dílu. Jedním z prvních procesů je získání přesného tvaru ořezem a následné děrování, kde vzniká kruhový, nebo jinak tvarovaný otvor vytlačněním. Po těchto procesech již následuje proces ohýbání a protahování (Badiru, c2014, str. 378-380).

### Existují dva základní způsoby lisování:

- Lisování za studena – probíhá bez rozzhavení ocelového plátu, akorát je zapotřebí vyššího tlaku. Tento způsob je rychlejší, přesnější a je finančně méně náročný.
- Lisování za tepla – ocelový plát se před samotným procesem lisování rozzhává, čímž je potřeba menšího tlaku pro samotné lisování. Přičemž je časově a finančně náročnější.

(ExaPro blog, © 2013)

### 6.1 Výhody a nevýhody procesu lisování

Lisování je velmi častým procesem ve výrobě, neboť umožňuje získat ocelové formy, které jiným způsobem opracování získat nejdou. Zpravidla mají vysokou kvalitu, neboť nedochází k úpravě materiálu. Lisování bývá zpravidla levnější a méně náročné pro úpravu tvaru oceli. Nejčastěji se využívá v oblasti automobilového průmyslu pro tvorbu karosérie, motoru a podobně.

Mezi nevýhody patří čas potřebný pro přípravu a uchopení obrobku. Samotný lis a jeho části jsou po finanční stránce poměrně náročné, také je nutná častá kontrola nástrojů i přenosových mechanismů.

(ExaPro blog, © 2013)

## 6.2 Hydraulický lis

Hydraulický lis využívá energetické zdroje (čerpadla a akumulátory) k hydraulickému převodu tlakové energie kapaliny. Hydraulický lis využívá kapalinu k ovládní a pohonům lisu, neboť kapalina má velice dobré vlastnosti (rychlost šíření a malá stlačitelnost). Pro výpočet síly lisu jsou využívány zákony hydromechaniky, především se jedná o Pascalův zákon (Čechura, Hlaváč, Staněk, 2014, str. 85).

### Důvody výběru hydraulického lisu:

- umožňuje dosáhnout vysokých pracovních sil, jež jsou konstantní v celém procesu lisování (stovky MN – meganewton);
- umožňuje plynule regulovat rychlosti v průběhu zdvihu;
- je otevřený automatizaci celého lisovacího cyklu (elektronické řízení průtoků a tlaků v jednotlivých okamžicích);
- s využitím moderních systémů je možné zvyšovat i počet zdvihů;
- má nižší tuhost oproti mechanickým lisům, neboť umožňuje regulovat velikosti zdvihů;
- má poměrně nízkou hlučnost a snadnou údržbu spolu s velkou životností.

(Čechura, Hlaváč, Staněk, 2014, str. 86-87)

## 6.3 Mechanický lis

Síla mechanického lisu je závislá na velikosti samotného zdvihu. Zdvih mechanického lisu je dán kinetickou energií setrvačnicku vyvolanou pohybujícím se beranem lisu. Síla je závislá na tuhosti a pevnosti všech konstrukčních částí stroje (lisu).

Jedním z nejrozšířenějších pohonů mechanického lisu je klikový mechanismus. V tomto případě se jedná o **mechanický klikový lis**. Klikový mechanismus funguje na principu, že transformuje rotační pohyb klikové hřídele na posuvný pohyb beranu. Mechanické klikové lisy se využívají pro ohýbání, protlačování, stříhání, a to buď za studena, nebo za tepla.

Druhou možností jsou **mechanické výstředníkové lisy**, kde dochází k přenosu síly pomocí výstředníkového mechanismu (ojnice, beranu a výstředníkové hřídele). Zdvih beranu je možné nastavit pomocí výstředníkového pouzdra.

(Čechura, Hlaváč, Staněk, 2014, str. 95-107)



## 7 INDUSTRY 4.0

Industry 4.0 má za cíl rozhybat poptávku společností po moderních průmyslových a spotřebních technologiích. Snaží se o zrychlení vývoje automatických řídicích systémů a robotizace bez nutnosti lidské obsluhy. V českých podnicích se často setkáváme s přeloženým výrazem „Průmysl 4.0“. Tento výraz vznikl v Německu, kde se společnost Siemens spojila s německou vládou a vznikla cílená reklama zaměřená na vývoj nových technologií. Tyto technologie nebyly založeny jen pro průmysl, ale také pro domácnosti. Poté se k této myšlence připojují i ostatní země a společnosti (Vojáček, © 2016).



Obrázek 5 – Historický vývoj Industry 4.0 (Vojáček, © 2016)

Otcovský Jaroslav (© 2017) definoval Industry 4.0 jako samostatně fungující, efektivně řízenou a plně automatizovanou továrnu, kde z jedné strany vstupují zdroje (materiál) a z druhé strany vylézá finální výrobek. Tento pojem se nezabývá pouze výrobou, ale celým řetězcem (výroba, logistika a také servis). Výhoda spočívá v tom, že se jedná o kontinuální proces, ve kterém se již v současné době nacházíme, akorát bude docházet k dalšímu vývoji. Nejedná se v současné době o zásadní novinku.

Industry 4.0 je založeno na inteligentní továrně, jež vytváří prostor pro nové cesty přidávající hodnotu zákazníkovi. Dojde ke změně vazby mezi výrobcí, dodavateli, zákazníky a také k samotné komunikaci mezi člověkem a strojem. Cílem průmyslu 4.0 je řešit globální problémy, mezi které patří účinnost z hlediska energií, nedostatek surovin či demografické změny). Bude nabízet lidem méně náročnou práci s vyšší úrovní kreativity a flexibility, čímž prodlouží dobu vykonávání práce a oddálí tím důchod (Mařík, 2016, str. 27).

Tento pojem je 4. průmyslovou revolucí obsahující kompletní automatizaci, robotizaci a digitalizaci většiny lidských činností s cílem zvýšit rychlost a efektivitu výroby. Dále se zaměřuje na efektivní využívání materiálů a spolehlivější, levnější produkty. Základní smysl v oblasti průmyslu je založený na nahrazení současné manuální práce roboty, přičemž zadávání a sběr dat by měl být plně automatický. Cílem je zvyšovat přidanou hodnotu nejen pro zákazníka, ale také pro samotnou společnost. Je nezbytné objevit směry řízení pro konkurenceschopné, integrované procesy a úmyslně vytvářet hodnotu pro zákazníka a hodnotu zákazníka pro firmu. V oblasti logistiky se postupně nahradí manuální činnosti automatickým řízením (Tomek a Vávrová, 2017, str. 11; Vojáček, © 2016).

Industry 4.0 ovlivňuje i domácnosti, kde budou jednotlivé domácí systémy (vytápění, klimatizace, domácí spotřebiče) mezi sebou z hlediska komunikace propojeny. Za účelem zvýšení efektivity a snížení spotřeby zdrojů. Mezi novinky bude patřit ovládání domácích systémů vzdáleně přes mobilní telefon, automatická reakce domu na změnu teploty, počtu lidí v domě, případně na ceny zdrojů, kam patří elektřina, plyn a jiné energie (Vojáček, © 2016).

**Postup pro zavedení Industry 4.0** podle Otcovského Jaroslava (© 2017).

- **Technologie** zaměřená na zařízení je nezbytná, neboť v případě, že firma nechce nakupovat nové zařízení, většinou stačí modernizace stávajícího zařízení spolu s komunikačním rozhraním. Vše je založené na nutnosti vzájemné komunikace a sdílení informací. Následují komunikační technologie, kde patří Internet (umožňuje vzájemnou komunikaci zařízení), Cloud (ukládání dat na pronajaté servery, kdy vlastníkem je stále výrobní firma), případně Big Data (vyjadřuje sběr dat ze zařízení s následnou analýzou, vhodné převážně pro údržbu a prodloužení životnosti zařízení).
- **Management** vychází z tvorby strategie společnosti nejlépe v dílčích krocích za účelem posouvání cílů společnosti a zvyšování motivace manažerů. Zkušenosti se zaváděním Industry 4.0 zpravidla moc manažerů nemá, neboť to představuje vysoké investice. Další překážkou bývá fakt, že se společnostem daří a tím pádem nepotřebují zavádět nové technologie. V této části je důležité být proaktivní.
- **Lidské zdroje** bývají častým důsledkem zavádění Industry 4.0. Lidé se obávají rizika ztráty pracovního místa. Tento fakt je možné vyřešit vzděláváním pracovníků, kdy dělníci obsluhující stroje budou pracovat se stroji, budou mít kvalifikovanější pozice. Vlivem této revoluce vznikne mnoho nových pracovních pozic, přičemž některé méně kvalifikované zaniknou.

## 8 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části byly popsány základní východiska určené pro lepší porozumění praktické části, kde je zpracovaný projekt založený na metodě DMAIC.

Autor se na začátku teoretické části zabýval vysvětlením pojmu výroba a montáž. Dále následoval štíhlý podnik obsahující štíhlou výrobu, logistiku, administrativu a vývoj včetně postupu, jak se stát štíhlým podnikem. Nedílnou součástí teoretické části byla kapitola zaměřená na průmyslové inženýrství složená ze základních pojmů, ukazatelů a metod průmyslového inženýrství využitých v praktické části práce. Pro každou analýzu je nezbytné sbírat data. Z toho důvodu je v teorii popsán popis sběru dat obsahující typy dat a informační systémy MES a SAP. Další kapitola je zaměřená na metodu DMAIC, neboť celá struktura praktické části je založena na této metodě. Poslední kapitola teoretické části byla zaměřena na základní informace o konceptu Industry 4.0.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 9 ZÁKLADNÍ INFORMACE O SPOLEČNOSTI

### 9.1 Představení společnosti

Společnost je jedním z největších rodinných podniků, která sídlí v Rožnově pod Radhoštěm a v Kopřivnici. Kde zaměstnává 3400 zaměstnanců v oblasti vývoje, výroby a v administrativě. Závod v České republice je největším závodem v rámci celé skupiny.

#### Společnost vyrábí:

- sedákové struktury (první řadu sedadel, druhou a třetí);
- elektrické pohony a motory (motory pro elektrické brzdové systémy, pro klimatizaci, topení a ovladače klapek pro chlazení motoru);
- zámky pro zadní a boční dveře včetně modulů zámků.

#### Certifikáty:

- IATF 16949:2016 (původně ISO/TS 16949);
- CCC/TÜV;
- ISO 14001:2011;
- ISO 50001.

#### Hlavní zákazníci:

- BMW, Audi, Daimler, Fiat, Ford, Faurecia, GM, Jaguar, Land Rover, Porsche, PSA, VW, Volvo, atd.

(Interní zdroje)

### 9.2 Historie společnosti

Specializuje se na výrobu dílů v oblasti automotive. Postupným nárůstem objemu produkce se společnost rozrůstala.

#### Hlavní milníky růstu společnosti v jednotlivých letech:

- **2003** daná společnost zahájila výrobu v Rožnově pod Radhoštěm, kde zaměstnává přibližně 500 zaměstnanců. V tomto závodě se zabývá výrobou zámků a zámkových modulů.
- **2004** došlo k dokončení výstavby nového závodu v průmyslovém parku v Kopřivnici. V daném roce zde firma zaměstnávala 700 zaměstnanců.







- **2010** nastalo rozšíření výroby o ventilátory a elektrické motory v Kopřivnici. Přičemž zde pracovalo 1800 zaměstnanců.
- **2013** byl uveden do provozu nový logistický koncept, který obsahoval vysoce automatizovaný sklad.
- **2015** společnost získala Národní cenu za společenskou odpovědnost.
- **2016** získala ocenění Společnost podporující zdraví.
- **2017** dochází k postupnému zkvalitňování pracovních podmínek. Společnost zaměstnává vlastní fyzioterapeuty a lékaře. Klade čím dál větší nároky na spolupráci lidí a techniky, kdy dochází k zavádění automatických co-robotů. Tito co-roboti ulehčují práci lidem a zároveň eliminují problémy s nedostatkem personálu.

(Interní zdroje)

### 9.3 Vyráběné produkty

Společnost se zabývá propojováním mechanických, elektronických a elektrických systémů. S cílem zvyšovat bezpečnost, komfort a výkonnost vozidel. Zpravidla je minimálně jeden produkt dané skupiny v každém druhém automobilu (Interní zdroje).

Nejvýznamnější skupinou produktů jsou přední sedáky, jež představují 54 % celkového podílu. Druhá a třetí řada sedadel představuje 16% podíl. Motory určené pro pohyb sedáku a jiné bezpečnostní a komfortní prvky jsou obsaženy zhruba ve 14 % produkce. Zámkové systémy pro boční a zadní dveře jsou vyráběné v nedalekém závodě v Rožnově pod Radhoštěm a podílejí se 16 % na celkovém objemu produkce (Interní zdroje).

Seats Division		Drives Division		Door Division	
	Front seats	54%		Drives for heating and air-conditioning	5%
	Rear seats	16%		Motors for electric brake systems	9%
				Side door latches	10%
				Latch modules	6%

Obrázek 6 – Ukázka vyráběných produktů (Interní zdroje)

## 9.4 Divize společnosti

Daná společnost je rozdělena na 3 hlavní divize. Patří zde **divize sedáků** včetně samotného výrobního celku předvýroby, dále pak **divize motorů** a jako poslední **divize zámků**. Informace v této části jsou z interních zdrojů.

### 9.4.1 Divize sedáků (SV+VF)

Na divizi sedáků dochází k **předvýrobě** a **montáži sedáků a opěrek**, které se montují z velkého množství komponent vyrobených v několika po sobě navazujících montážních buňkách. Sedáky se stejně jako opěrky skládají z nakupovaných a interně vyráběných komponent.

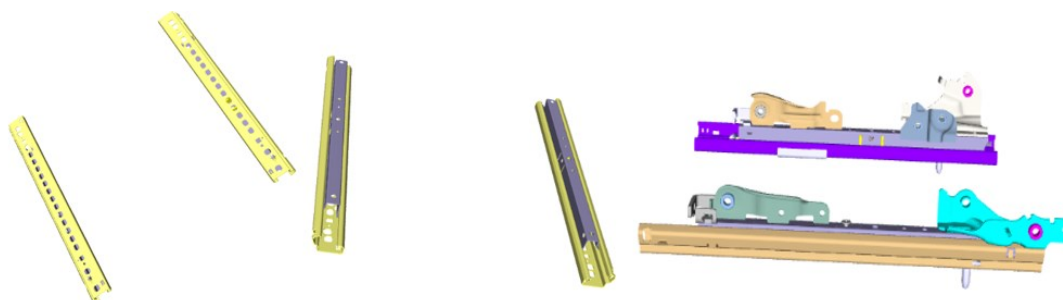


Obrázek 7 – Ukázka kompletní struktury sedáku (Interní zdroje)

### Předvýroba sedáků (VF)

Předvýroba se skládá z lisovny, svařovny a lakovny.

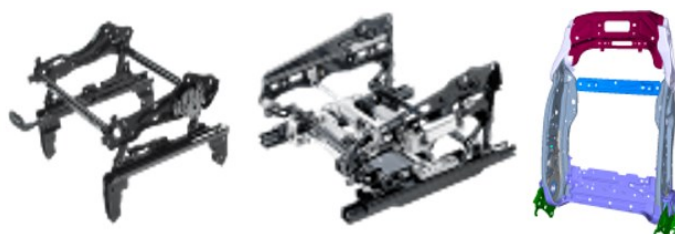
Prvním procesem na předvýrobě je lisování pojezdových kolejnic (šín) na posuv sedáku ve vozidle (šíny slouží k posunu sedáku dopředu a dozadu). Následuje operace svařování, kde dochází ke kompletaci (spojování) dílů svařením pomocí Remote, Standard a Mag laserů. Poslední částí předvýroby je lakovna, kde se nanáší na povrch svařených dílů ochranná barva.



Obrázek 8 – Ukázka produktů z předvýroby (Interní zdroje)

### Montáž sedáku (SV – kompletace sedáků a opěrek)

Ve společnosti jsou na samostatných montážních linkách vyráběny a kompletovány zvlášť sedáky a opěrky. Na základě požadavku zákazníka jsou tyto dva celky expedovány samostatně, nebo jsou finálně kompletovány.



Obrázek 9 – Ukázka montážních celků (Interní zdroje)

### 9.4.2 Divize motorů (MD)

Divize motorů v Kopřivnici se zabývá převážně výrobou motorů pro pohyb sedáku s opěrkou. V rámci celé skupiny se vyrábějí motory zajišťující bezpečnost a komfort v interiéru a exteriéru automobilu, mezi které patří motory pro elektronické brzdové systémy, motory pro topná a klimatizační zařízení a ovladače klapky pro chlazení motoru.



Obrázek 10 – Ukázka motorů (Interní zdroje)

### 9.4.3 Divize zámků (MT)

Divize zámků je součástí závodu v Kopřivnici, ale nachází se v nedalekém areálu v Rožnově pod Radhoštěm. Produkce je zaměřena na výrobu zámků a zámkových modulů do automobilů. Vyrábějí se zde boční zámky, zámky zadních dveří včetně kompletních zámkových systémů.

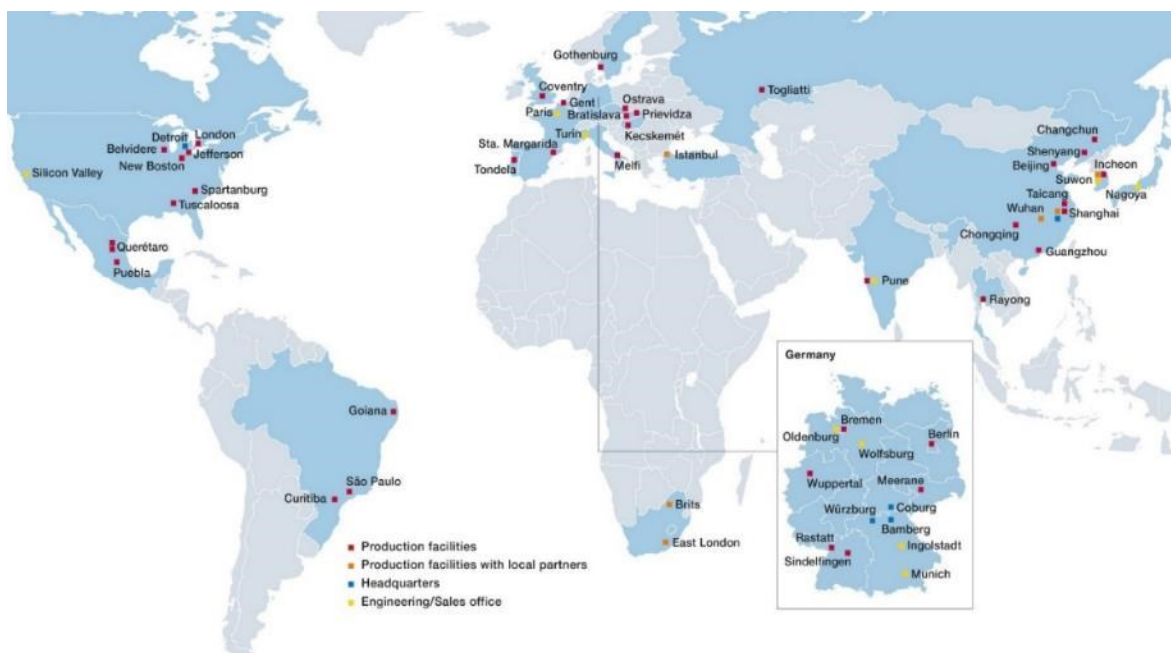


Obrázek 11 – Ukázka komponentů z divize zámků (Interní zdroje)



## 9.5 Základní informace o skupině

Tato skupina společností (korporace) zaměstnává více jak **25 000 zaměstnanců** v **60 lokacích** a **23 zemích světa**. Daná skupina je pátou největší rodinou společností v oblasti automotive, na kterou se spoléhá více než 80 výrobců a 40 dodavatelů z hlediska kvality, výkonu a efektivity. Skupina společností generuje obrát ve výši 6,1 bilionů eur. Jako celek investuje **8 %** ze zisku do výzkumu a vývoje, aby se udržela na špici ve své oblasti. Cílem skupiny je stabilní růst financovaný pouze z vlastních zdrojů (Interní zdroje).



Obrázek 12 – Jednotlivé závody dané skupiny (Interní zdroje)

Většina společností dané skupiny, které se zaměřují na výrobu sedadlových systémů, směřují svůj vývoj v této oblasti ke snižování hmotnosti finálních sedáků. Toho je možné dosáhnout díky vysokopevnostní oceli, plastovým dílům a efektivním motorům. Díky těmto změnám jsou sedáky o 25 % lehčí v porovnání se stejnou sérií produktů z předešlých let (Interní zdroje).

## 10 PROVOZ LISOVNY A PROCES LISOVÁNÍ

Proces lisování je prvním a jedním z nejdůležitějších procesů celé firmy. Společně s procesem svařování, lakování a montáží zajišťují kompletaci finálního sedáku. Na lisovně se nachází dva lisy (lis 1 a lis 2), jež pracují 24 h denně, a to ve dvou směnách. Oba lisy vyrábějí šiny nezbytné pro zajištění posuvu sedáku v interiéru vozidla. Šiny se mezi sebou liší podle typu automobilu, pro který jsou určeny. Na lisovně se aktuálně vyrábí téměř 40 variant šín.

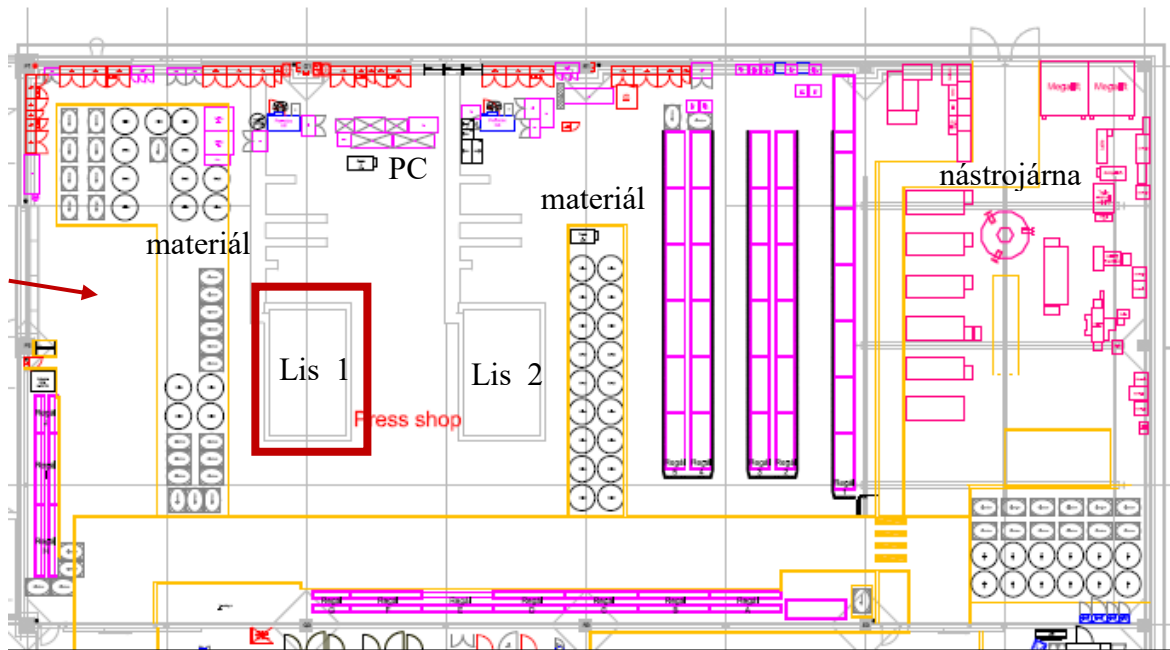
### 10.1 Popis pracoviště – lisovny

Na lisovně jsou dva operátoři, kde každý z nich obsluhuje jeden lis. Oba pracují ve 12 hodinových směnách 7 dní v týdnu. To samé platí i pro nástrojáře, kteří jsou zde také dva a působí na nástrojárně, kde mají za úkol udržovat nástroje pro lis v dobrém stavu. O fungování lisovny se stará mistr pouze na ranní směně. O odvoz vylisovaných šín a doplňování vstupního materiálu (svitků oceli) se starají dva zaměstnanci nazývaní jako pracovníci servisu. Tito pracovníci mají také za úkol urovnávání šín směřujících z lisu do gitterboxu dle balícího předpisu. Jeden z pracovníků servisu zde bývá stejně jako operátoři i v noci a ten druhý pracuje jen na ranní a odpolední směně, a to v 8 hodinových směnách.

### 10.2 Layout lisovny

Na obrázku níže je možné vidět layout lisovny, kde se úplně napravo nachází nástrojárna umístěná v blízkosti obou lisů. Mezi nástrojárnou a samotnými lisy jsou regály s materiálem a hotovými šínami. Následuje vstupní materiál pro jeden z lisů (natočené svitky vysokopevnostní oceli). Oba lisy jsou umístěny naproti sobě. V horní části layoutu se nacházejí dva počítače pro vyplňování směnového sešitu a jiných důležitých dokumentů. Úplně nalevo je opět prostor určený pro vstupní materiál spadající k druhému lisu. Červená šipka značí vstupní cestu, po které jsou dováženy svitky oceli a jiné potřebné díly z venkovní části areálu (přímo z kamionu).

Lis 1, kterým se bude tato práce zabývat, je vyznačený červeně na layoutu níže.

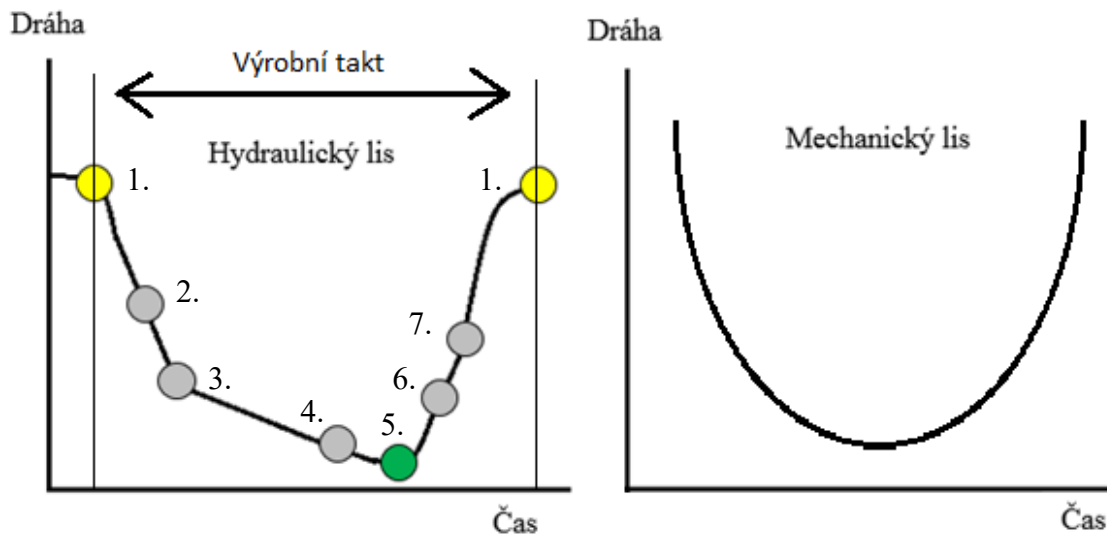


Obrázek 13 – Layout lisovny (Interní zdroje)

### 10.3 Proces lisování ve společnosti

Ve společnosti se využívají 2 hydraulické lisy. Každý o síle 8000 kN, což se rovná síle 800 tun. Požadovaná technologická síla pro lisování specifických šín je minimálně 6000 kN. Při lisování se zpracovává vysokopevnostní ocel o pevnosti cca 900 MPa a tloušťce 1,7 mm. Takt lisu je cca 25-33 zdvihů za minutu (specifické pro jednotlivé typy výrobků). Ohýbání profilu konečného výrobku se provádí v několika krocích, tudíž se jedná o postupový lis. Z toho důvodu, že je nástroj pro ohyb komplikovaný, je nutné plně ovládat sílu a dráhu beranu lisu. Síla a dráha beranu lisu je tedy řízena plně hydraulikou. Když se beran lisu nachází nahoře, jedná se o horní úvrať, přičemž v době lisování (při dotyku s ocelí) je v dolní úvrati, která musí být velice přesná a řízená. Což u mechanického servo lisu není potřeba. Rozdíl mezi dráhou hydraulického a mechanického servo lisu je možné vidět na obrázku 14.

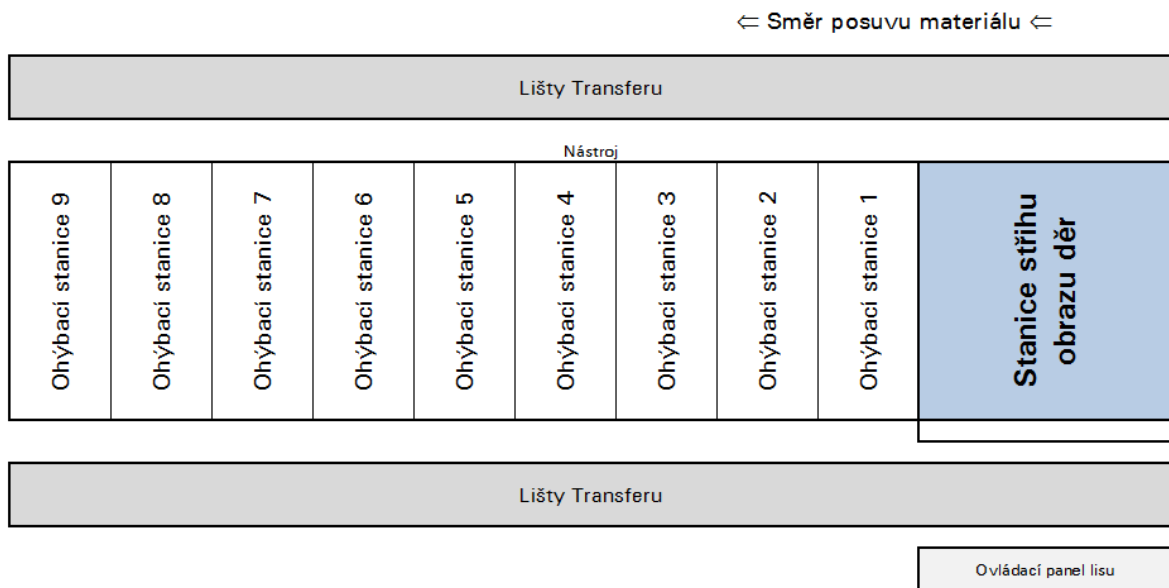
Dráha na ose x značí dráhu pohybu lisu (beranu). Přičemž na obrázku níže jsou dráhy dvou lisů, hydraulického lisu (ten nalevo) a mechanického lisu (ten napravo). Mechanický lis se pohybuje pořád stejnou rychlostí bez ohledu na to, v jaké poloze se zrovna nachází, a proto má tvar půlkruhu. Naopak hydraulický lis zpomaluje těsně před samotným lisováním, dotykem s ocelí tak, aby nedošlo k poškození nástroje nebo ocelového polotovaru.



Obrázek 14 – Dráha hydraulického a mechanického lisu (Vlastní zpracování)

Na obrázku 14, vyjadřující dráhu hydraulického lisu, představují body značené žlutě horní úvrať, což je nejvyšší místo, kde se nachází beran. Mezi body 2 a 3 se zjišťuje, zda je transferová lišta pro následný přenos dílů již mimo dráhu beranu (ven z nástroje). Transferová lišta slouží k přesunu ocelového polotovaru z jedné stanice na druhou. Pokud je již transferová lišta pryč, tak u šedého bodu označeného číslem 3 dochází k začátku tlumení trvajících až po bod dosednutí na nástroj (šedý bod s číslem 4). Při bodu dosednutí začíná samotný proces lisování (ohýbání/ražení děr) trvajících až po dolní úvrať, jež charakterizuje bod značený zelenou barvou. Dolní úvrať značí pozici, kdy je beran v nejnižší poloze a proces vykonaný lisovacím nástrojem je kompletní. Od této polohy se dráha beranu vrací zpět směrem vzhůru. Šedý bod s číslem 6 značí zvýšení tahu dráhy beranu směrem k horní úvrati. Poslední šedý bod (číslo 7) charakterizuje polohu, kdy dostává přenosový transfer pokyn k zahájení přenosu (vjezd ramen transferu zpět do nástroje pro přenos dílů). Poté následuje návrat zpět do horní úvrati a proces lisování (takt, neboli cyklus) se opět opakuje.

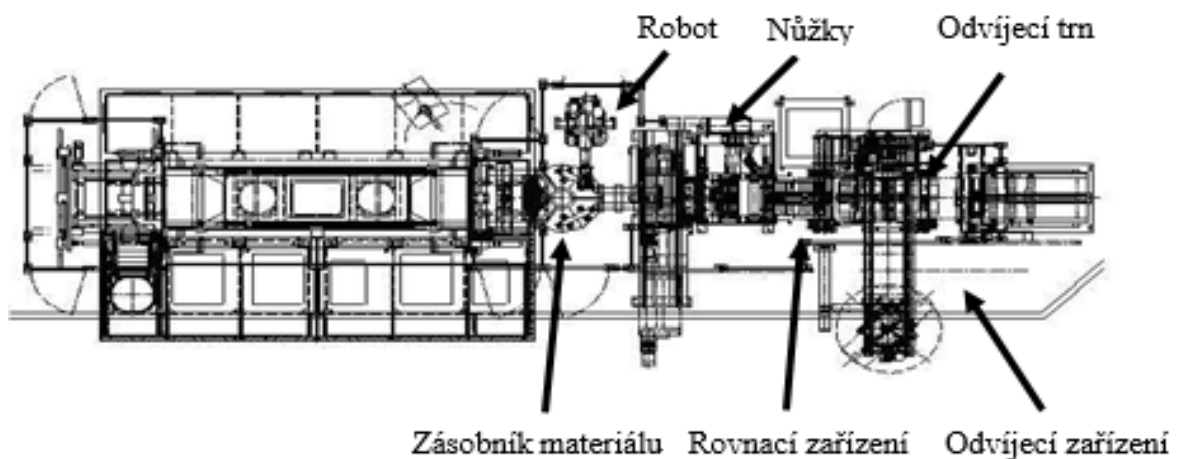
Na obrázku níže je schéma pozic lisovacího nástroje, jež se skládá z jedné stanice stříhu a ořezu (obstřih tvaru výrobku) a z 9 ohybových stanic (tvarování profilu). Po bocích nástroje se nachází lišty transferu využívané pro posun polotovarů na další stanici.



Obrázek 15 – Schéma postupového lisovacího nástroje (Interní zdroje)

#### 10.4 Činnosti před samotným procesem lisování

Ocelový svitek o váze cca 1000 až 5000 kg je nasazen na odvíjecí trn pomocí vysokozdvizného vozíku. Po zajištění se postupně odvíjí na odvíjecím zařízení. Následný krok je rovnání materiálu pomocí rovnacích válců, kde se odvíjený materiál srovná do požadovaného stavu. Dále následuje stříh přesné délky materiálu (polotovaru – platiny) na stanici stříhu (nůžky). Poté jsou polotovary pomocí automatického robotického ramene stohovány do zásobníku, tak aby při výměně vstupního materiálu (svitku) nedocházelo k zastavení lisu. Tyto platiny jsou poté jednotlivě nabírány transferem postupového lisu a postupně tvarovány na jednotlivých stanicích lisu (stříh obrazu děr, tvaru + proces ohybu konečného profilu na 9 postupových stanicích).



Obrázek 16 – Ukázka lisu s předúpravou vstupního materiálu (Interní zdroje)



Obrázek 17 – Ukázka vybraného lisu (Vlastní zpracování)

### 10.5 Monitorovací systém lisovny

Základním prvkem pro monitorování dílčích činností probíhajících na lisovně je směnový sešit a LMS systém. LMS systém slouží pro online monitorování prostojů na zařízení a ovládá se na panelu lisu zmáčknutím tlačítka s danou kategorií prostoje. Následně se pro upřesnění informací do směnového sešitu ručně zapisují dílčí detaily daného prostoje včetně informací, jež byly vybrány na panelu lisu.

Aktuálně nejsou tyto dva systémy mezi sebou vzájemně provázány, čímž vzniká menší diference u jednotlivých výsledků. Více detailů o získávání dat bude vysvětleno o pár stránek níže ve fázi Measure.

## 11 PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBY NA LISOVNĚ

Pro zefektivnění výroby na lisovně bude vypracován projekt založený na metodě DMAIC.

**Struktura projektu bude následující:**

- **D – Define**

V této části budou stanoveny cíle projektu a jednotlivé zdroje. Dále bude definován rozsah projektu včetně projektového týmu a dalších důležitých věcí obsažených v Project Charteru.

- **M – Measure**

Tato část se zaměří na vysvětlení současného způsobu sběru dat ve dvou provedeních. Pomocí LMS systému a směnového sešitu.

- **A – Analyse**

Pro analýzu produktivního času na lisovně je v rámci celé skupiny využíváno 11 kategorií, s tím, že 10 z těchto činností jsou prostoje na daném zařízení a jedna činnost představuje produktivní čas (čas, kdy je zařízení v chodu a vyrábí kvalitní produkty).

V první fázi analýzy se bude analyzovat současný stav monitorování prostojů na lisovně ověřující správnost zápisu. V případě zjištění odchylek bude provedena korekce ve formě zlepšovacích návrhů zaměřených na zefektivnění zápisu a vyhodnocování prostojů lisovacího procesu. Poté bude následovat analýza po provedení případných změn v monitorování, jež vyústí v analýzu činností přestaveb a dosažení transferu během produkce.

Postup této fáze bude následující:

- prvotní analýza;
- návrhy na úpravu monitorování;
- analýza po implementaci změn v monitorování (určená pro další část práce);
- analýza činností přestavby a dosažení transferové lišty (např.: pozorování, SMED analýza).

- **I – Improve**

V této části budou jednotlivé návrhy na zefektivnění výroby na lisovně rozdělené do podpůrných cílů. První z nich se bude týkat zkrácení času fyzické přestavby o 8 % obsažené v kategorii UB4\_Změna výroby. Spolu s druhým cílem zaměřeným na

snížení podílu u kategorie UB8\_Transfer seřízení o 5 % svého podílu. Následně zde bude vytvoření a zavedení nového informačního systému MES na lisovně.

- **C – Control**

Tato část bude obsahovat data po implementaci vybraných změn týkajících se hlavního cíle projektu, a to zefektivnění výroby na lisovně. Bude sloužit pro ověření, zda navrhovanými změnami dojde k dosažení hlavního projektového cíle prostřednictvím cílů podpůrných. V této části nebudou data po implementaci nového informačního systému MES, protože se stále testuje a vyvíjí. Plánovaný termín pro dokončení implementace je stanoven na 17. 4. 2018, přičemž poté bude následovat období ověřování daného softwaru.

## 11.1 Cíl projektu

Téma této diplomové práce je směřováno do oblasti předvýroby, přesně se jedná o výrobu na lisovně. Lisováním se vyrábí levá a pravá šina pro interní použití v sedadlových systémech určených převážně pro závod v Kopřivnici, ale také v menší míře dodávaných do ostatních lokací téže společnosti. K výrobě šín se používají dva lisy umístěné souběžně naproti sobě. Tato práce se bude zabývat lisem 1, neboť má nižší produktivní čas a je také o několik let starší.

Globálním trendem současné doby je zvyšování produktivity a redukce nákladů na zdroje vstupující do výrobního procesu. Je to jedna z možností, jak se může firma udržet na trhu a zároveň být konkurenceschopná a dosahovat zisku. Tato společnost není v tomto trendu výjimkou, kdy jednou z cest pro zvýšení produktivního času je snížení prostojů, zjednodušení a standardizace práce.

Hlavním cílem projektu je zefektivnit výrobu na lisovně, čehož je možné dosáhnout splněním podpůrných (vedlejších) cílů. Mezi tyto podpůrné cíle patří změna monitorování výroby na lisovně současně se snížením podílu ve vybraných kategoriích prostojů.

Detailně jsou tyto podpůrné cíle stanovené tímto způsobem, první z nich se zabývá změnou monitorování prostojů a produkce na lisovně s cílem objasnit skutečné příčiny prostojů a zavést jednotný způsob zápisu. Druhý z podpůrných cílů je zaměřen na snížení času fyzické přestavby obsažené v kategorii UB4\_Změna výroby o 8 %. Třetí podpůrný cíl představuje 5% snížení podílu u kategorie UB8\_Transfer seřízení, jež představuje převážně činnosti



doseřzení během produkce nebo menší opravy transferové lišty. Pro dosažení těchto cílů budou využity metody průmyslového inženýrství, kde patří metody SMED, DMAIC a případná pozorování se zlepšovacemi návrhy.

Tyto podpůrné cíle mají společný cíl, a to zefektivnit výrobu na lisovně snížením prostojových kategorií a zlepšením monitorování prostojů.

## 11.2 „D“ – Define (definování kritérií projektu a členů týmu)

Tento projekt má za cíl zefektivnit výrobu na lisovně, přičemž veškeré podpůrné cíle stanovené k dosažení hlavního cíle jsou popsány výše a také v **Project Charteru** (Zadávacím dokumentu), jenž je možné vidět v Příloze P I. V tomto dokumentu se dále stanovili členové projektového týmu, doba trvání a očekávané výsledky.

### 11.2.1 Definování členů týmu

Vzhledem k tomu, že je práce vypracována bez názvu společnosti, jsou jména členů týmu napsána jen křestními jmény.

**Sponzor projektu:** Petr (manažer předvýroby).

**Vedoucí týmu:** Ivo (vedoucí týmu předvýroby).

**Vedoucí projektu:** Vlastimil (vedoucí v oblasti FMEA).

**Členové týmu:** Jiří (plánovač výroby – průmyslový inženýr);

Martina (procesní kvalita);

Lukáš Cigánek (průmyslový inženýr a analyzátor).



Obrázek 18 – DMAIC schéma (Interní zdroje)

### 11.2.2 Harmonogram projektu

V následující tabulce je možné vidět časový harmonogram projektu v rozsahu jednoho roku. Před samotným zahájením projektu bude provedena prvotní analýza určená pro stanovení

hlavního cíle včetně podpůrných (vedlejších) cílů projektu a rozsahu. Dále bude následovat fáze Measure, jež bude obsahovat pochopení a popsání dvou způsobů zápisu prostojů a produkce na lisovně. Nejdlejší fází bude Analýse obsahující návrhy zaměřené na změnu zápisu prostojů vyvolaných na základě zjištěných nedostatků. Zde bude patřit převážně nová kategorizace, včetně vizualizace. V této fázi bude dále provedena analýza před i po zavedení změn u monitorování včetně Pareto analýzy a analýzy vybraných prostojových kategorií. Kde patří fyzická přestavba z kategorie UB4\_Změna výroby a dosažení transferu spadající do UB8\_Transfer seřízení. Po fázi Analýse bude následovat nejdůležitější oblast Improve, jež bude rozdělena do dvou částí. První z nich se bude zabývat snížením podílu prostojů u vybraných kategorií prostojů (fyzická přestavba a dosažení transferu). Druhá část se bude zajímat o vývoj a implementaci nového informačního systému MES. Poslední fází bude Control určený pro sběr dat po implementaci změn.

Tabulka 1 – Časový harmonogram projektu (Vlastní zpracování)

Pořadí	Fáze	Časový harmonogram DMAIC projektu	Doba trvání	
			Od	Do
1	D	První sběr dat (délka 3měsíce)	2.ledna 2017	3.dubna 2017
2		První analýza nasbíraných dat (pro stanovení cílů projektu)	3.dubna 2017	10.dubna 2017
3		Stanovení cílů projektu	10.dubna 2017	17.dubna 2017
4		<b>Zahájení projektu (vytvoření a podepsání Project Charteru)</b>	<b>17.dubna 2017</b>	<b>18.dubna 2017</b>
5	M	Popis a porozumění způsobům pro sběr dat	18.dubna 2017	21.dubna 2017
6	A	Podrobná analýza nasbíraných dat	21.dubna 2017	1.května 2017
7		Tvorba návrhů na zlepšení monitorování	1.května 2017	15.května 2017
8		Implementace nového směnového sešitu + úprava kategorií u LMS	15.května 2017	17.května 2017
9		Sběr dat po implementaci změn v monitorování	17.května 2017	31.července 2017
10		Převedení starších dat do nových kategorií a podkategorií	17.května 2017	9.června 2017
11		Analýza starších dat s novými kategoriemi + porovnání	9.června 2017	30.června 2017
12		Tvorba grafického výstupu ze směnového sešitu	30.června 2017	20.července 2017
13		Brainstorming nad možnostmi zefektivnění činností na lisovně	20.července 2017	31.července 2017
14		Analýza nových dat po implementaci změn v monitorování	31.července 2017	25.srpna 2017
15		Brainstorming nad možnostmi zefektivnění činností na lisovně	25.srpna 2017	17. září 2017
16		Pareto analýza (data ze 17.5.2017 až 17.9.2017)	17. září 2017	2.října 2017
17		Brainstorming nad funkcemi nového MES softwaru (požadavky)	2.října 2017	23.října 2017
18		Pozorování velkých a malých přestaveb s cílem pro zefektivnění	23.října 2017	20.listopadu 2017
19	I	Tvorba návrhů pro zefektivnění výroby (přestavby)	20.listopadu 2017	13.prosince 2017
20		Nákup a výroba některých z návrhů	13.prosince 2017	18.prosince 2017
21		Implementace návrhů pro zefektivnění činnosti přestavby	18.prosince 2017	22.prosince 2017
22		Celozávodní dovolená (Vánoce)	22.prosince 2017	2.ledna 2018
23		První školení MES pro projektový tým	2.ledna 2018	10.ledna 2018
24		Překlad uživatelského prostředí a doplnění kategorií do MES	10.ledna 2018	2.února 2018
25		Instalace MES softwaru pro účely testování	2.února 2018	17.dubna 2017
26		Grafická úprava reportů z MES softwaru	7.února 2018	23.března 2018
27		Úprava a programování uživatelského prostředí a funkcí MES	2.února 2018	12.února 2018
28		Nákup dotykové obrazovky + instalace	12.února 2018	15.února 2018
29		Školení operátorů pro výběr kategorií	15.února 2018	23.února 2018
30		Úprava MES - propojení se SAP systémem	15.února 2018	17.dubna 2018
31	C	Sběr dat po implementaci změn u přestaveb	2.ledna 2018	28.února 2018
32		Vyhodnocování projektu	5.března 2018	30.března 2018
33		Pokračování ve sběru dat - delší období	28.února 2018	17.dubna 2018
<b>Celkem</b>		<b>Celková doba projektu (1rok)</b>	<b>17.dubna 2017</b>	<b>17.dubna 2018</b>

### 11.3 „M“ – Measure (popis sběru dat)

Data pro jednotlivé prostoje na lisovně se sbírají na základě softwaru LMS implementovaného přímo v ovládacím panelu lisu. Operátor v případě prostoje zamáčkne tlačítko s danou kategorií činnosti (produkce/ typ prostoje). Další nástroj pro sběr dat je Excel soubor nazývaný jako „Směnový sešit“, do kterého se ručně zapisují jednotlivé prostoje operátorem. Tato činnost je dělaná za chodu stroje z důvodu získání informací o příčinách jednotlivých prostojů.

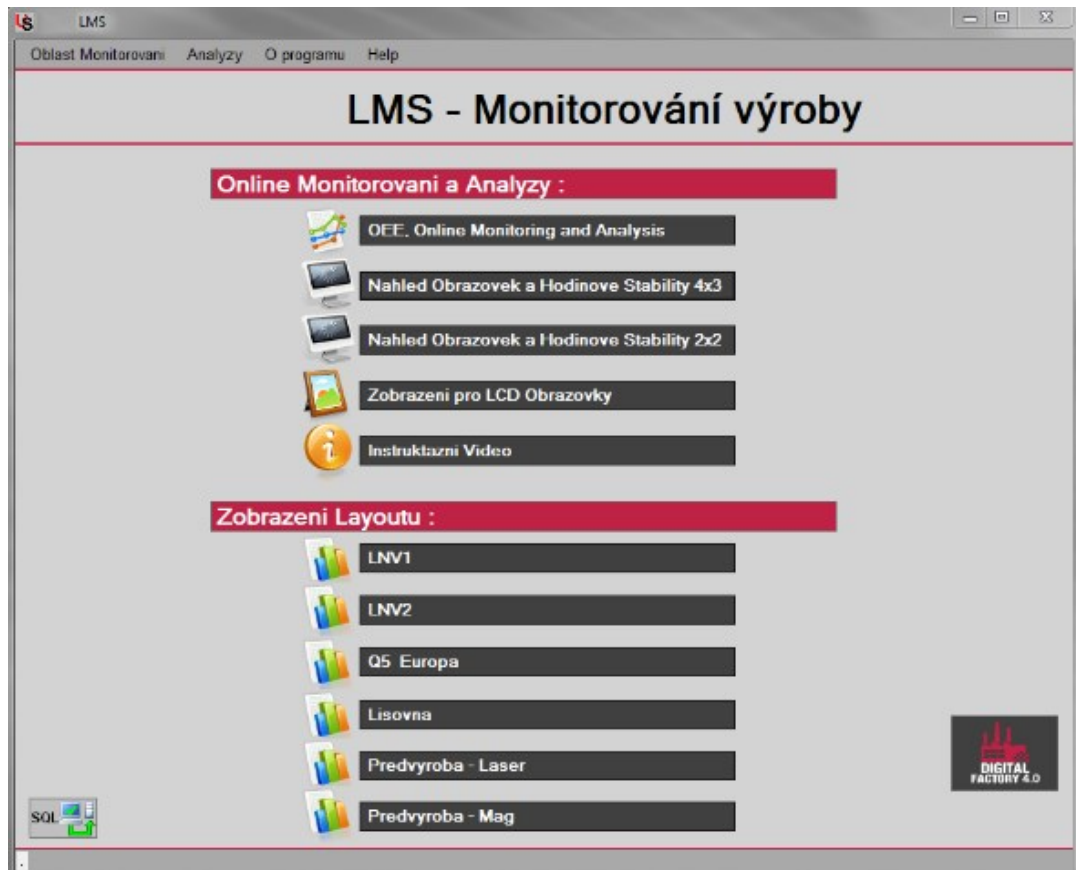
#### 11.3.1 Sběr dat pomocí LMS softwaru

Aktuálně využívaným softwarem je LMS systém, jež představuje online monitorování prostojů a produkce u jednotlivých zařízení ve společnosti. Tento systém byl vyvinut interně na základě požadavků pro monitorování výroby zhruba před třemi lety. Cílem bylo mít informace o aktuální výrobní situaci ve stanici, buňce, lisu a jiných zařízeních. Podává důležité informace o cyklových časech, dostupnosti a údržbě včetně dalších dat pro případné analýzy.

Tento software funguje na principu, že čte data z předem definovaných oblastí v PLC, které jsou odeslány na SQL server. Zde jsou zpracovány prostřednictvím příslušných programovacích technik (NET prostředí) a vizualizovány.

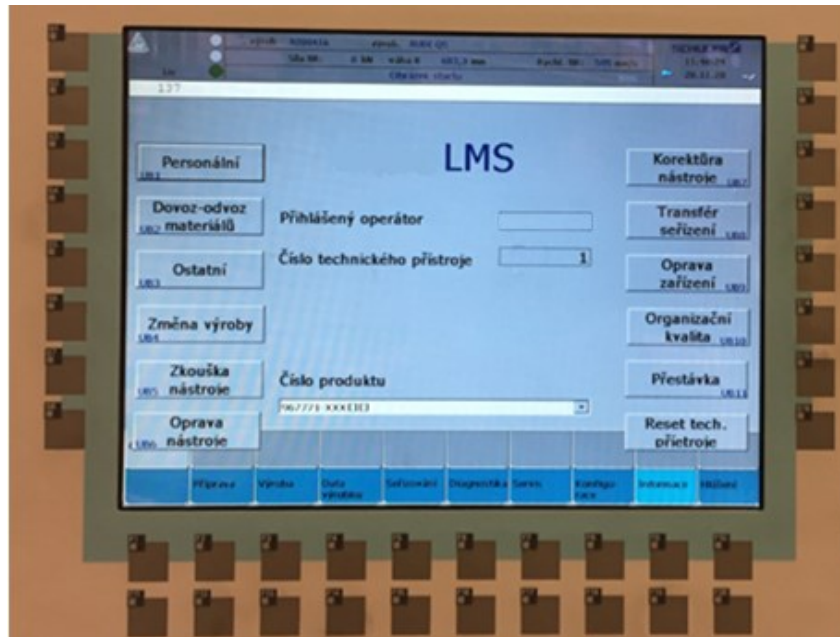
Mezi nesporné výhody tohoto softwaru patří minimální náklady na používání, protože byl software vyvinut interně ve společnosti. Přes webové rozhraní předává uživateli jasné informace o vybraných procesech daného závodu. Umožňuje modifikaci na různé typy zařízení a procesů (montážní buňka, lisovna, svařovna, atd.).

Mezi nevýhody tohoto softwaru patří rozdílná přesnost ve sběru dat při porovnání s jinými softwary využívanými v rámci skupiny, jež zamezuje provádění srovnání mezi závody dané skupiny. Protože každý software zaměřený na sběr a vyhodnocování dat se nepatrně liší a může podávat trochu jiné informace, převážně ty, jež byly vytvořeny interně.



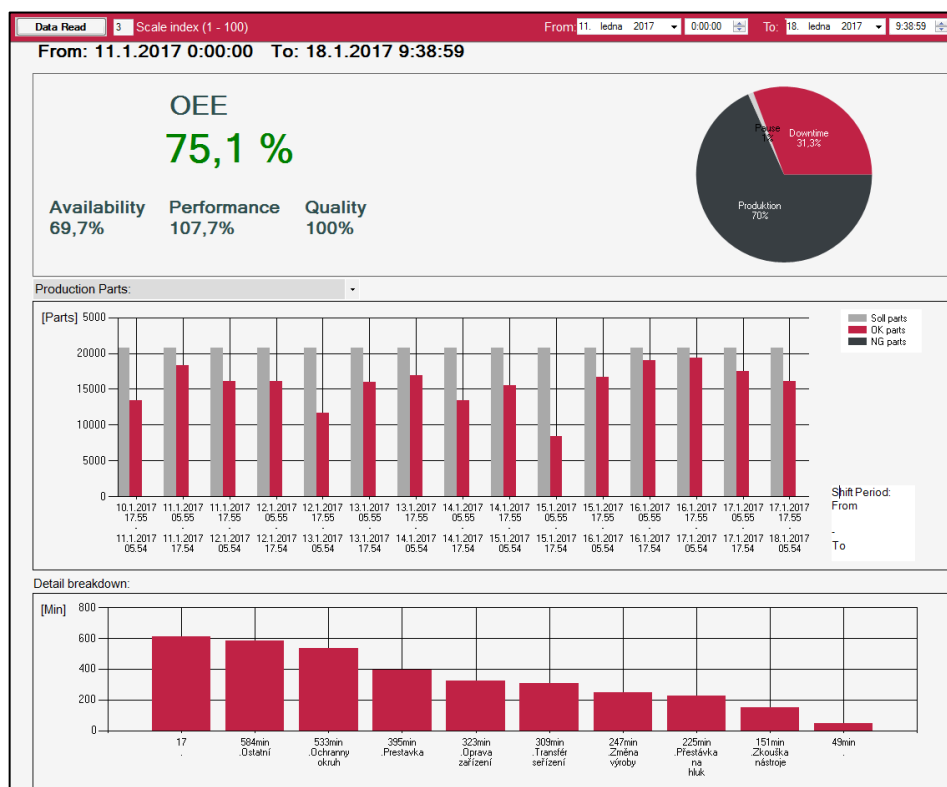
Obrázek 19 – Ukázka LMS prostředí (Interní zdroje)

Na obrázku 20 je možné vidět ovládací panel umístěný přímo na lisu. Na tomto panelu operátor vybírá jednotlivé kategorie prostožů podle aktuální situace na lisovně. Standardně jede lis v módu produkce. V případě, že lis rozpozná chybu při výrobě, tak automaticky přeruší výrobu a sám se přepne do módu automatika vypnuta. V tomto módu zůstává do doby, než operátor zjistí typ poruchy, který následně aktivuje na ovládacím panelu lisu. Z důvodu nedostupnosti detailních informací popisujících detaily prostože byl v minulosti zřízen alternativní dokument – směnový sešit, kde jsou doplněny nezbytné podrobnosti týkající se průběhu prostožů zařízení.



Obrázek 20 – Panel pro výběr kategorií u LMS (Vlastní zpracování)

Výstupem z LMS softwaru jsou grafy znázorňující produktivní a neproduktivní činnosti, počty plánovaných a skutečně vyrobených kusů včetně celkového OEE daného zařízení. Pro zjištění OEE za určité časové období si stačí vybrat požadované období a pomocí jednoho kliknutí jej převést do grafické a přehledné podoby (viz obrázek 21).



Obrázek 21 – Výstup z LMS systému (Interní zdroje)

Online analýza u LMS systému podává informace o aktuálním stavu jednotlivých zařízení, jež je možné vidět na obrázku 22.

Zde jsou vypsané možnosti:

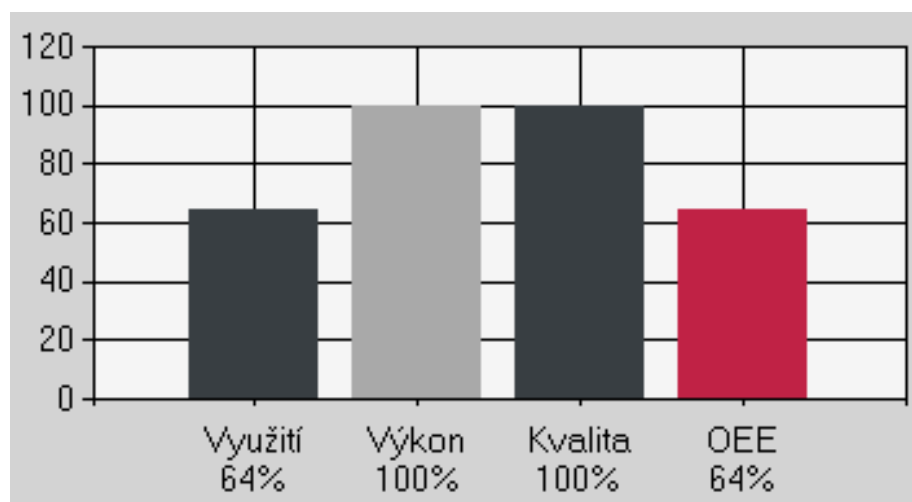
- vyrábí se bez problémů (produkce je OK);
- zařízení je v automatickém režimu, který je buď zapnutý, či vypnutý (může se stát, že je někdy automatika vypnuta a vyrábí se v ručním režimu);
- nastala porucha, nebo následné čekání na opravu;
- provádění čištění, nebo přestávka;
- nedostatek dílů, případně personálu;
- přestavba výroby, výroba vzorků a následné testy.



Obrázek 22 – Ukázka aktuálního stavu stanice u LMS (Interní zdroje)

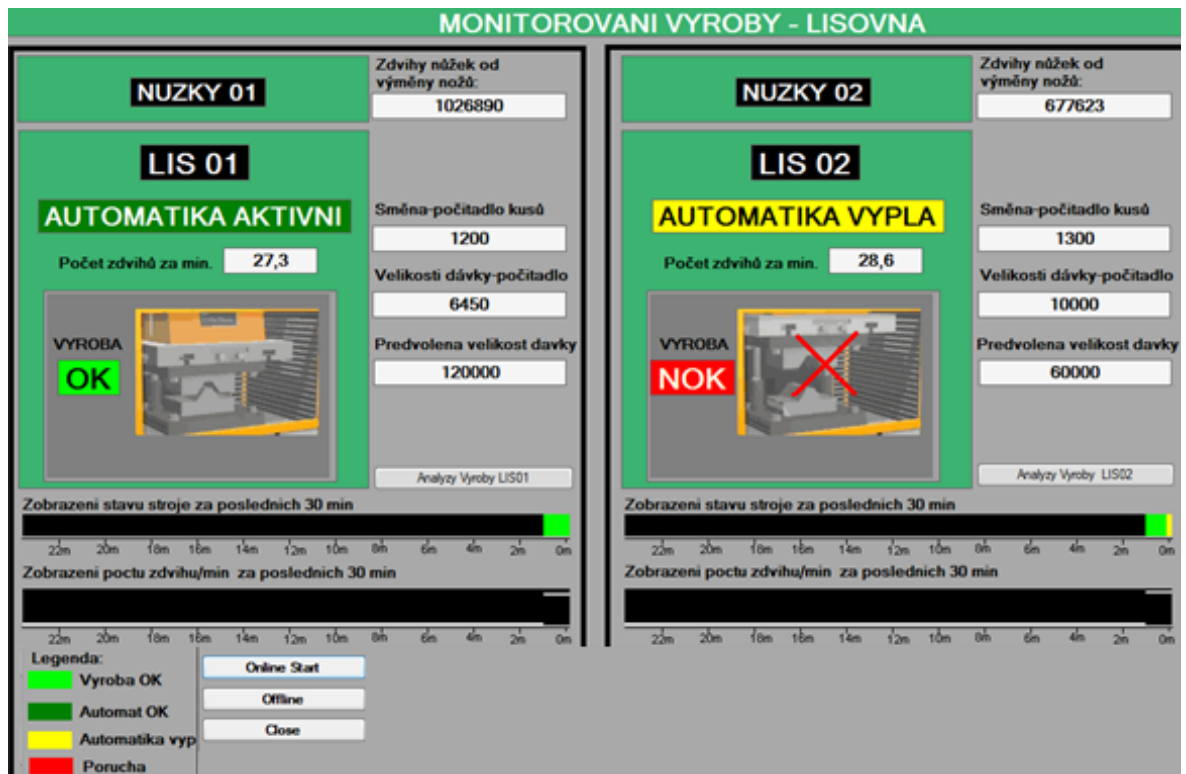
Nástroj **OEE** (Overall Equipment Effectiveness) charakterizuje celkovou efektivnost zařízení. Výpočet ve společnosti se skládá ze tří parametrů, které se mezi sebou vynásobí:

- využití stroje;
- stupeň kvality;
- výkonový faktor.



Obrázek 23 – Výpočet OEE u LMS (Interní zdroje)

Na obrázku níže je možné vidět jednu z dalších možností pro **online monitorování výroby** přímo na lisovně. Odkud lze vyčíst informace o počtu vyrobených kusů, počtu zdvihů za minutu a velikosti výrobních dávek. Dále upozorňuje na stav zařízení, kde patří porucha, automatika vypnuta, či bezproblémová výroba, případně automatika aktivní.



Obrázek 24 – Ukázka monitorování výroby LMS (Interní zdroje)

### 11.3.2 Sběr dat pomocí Excel souboru – původní směnový sešit

Prvotní činností operátora při sběru dat je identifikace kategorie vzniklého prostoje. Operátor následně označí kategorii na panelu lisu, kde se data zpracovávají pomocí LMS softwaru (ten je popsán výše). Po uvedení lisu do módu produkce zapisuje operátor do směnového sešitu v počítači základní informace o příčinách prostoje. Tímto způsobem se monitorují prostoje napříč směny.

### Charakteristika původního směnového sešitu – Lis\_1

Směnový sešit je využíván lokálně jako doplněk systému LMS a slouží k předávání informací o příčinách vzniklých prostojů. Tento nástroj obsahuje jméno operátora, které se vybírá z předem definované nabídky v poli „Jméno“. Následně se vybírá typ směny, datum, čas začátku a konce každé činnosti. Na základě těchto dvou časů (od, do) se počítá doba trvání činnosti představující produktivní čas, nebo prostoj v hodinách. Pro samotnou identifikaci jednotlivých činností se používá kolonka „událost“, kde operátor vybírá jednu z **11 kategorií** (1 oblast produkce a 10 kategorií prostojů). V případě změny typu vyráběného dílu se zde zaznamenává číslo dílu pro větší přehlednost a jasnou identifikaci vyráběných dílů. Mezi další položky směnového sešitu patří počet dobře vyrobených kusů (IO) a špatných (NIO) kusů, jež se sepisuje na konci každé směny, nebo při přechodu na jinou variantu. Poslední položkou ze směnového sešitu je poznámka, kde operátor detailně specifikuje typ prováděné činnosti (bez možnosti výběru). Například při změně šarže se do poznámky píše přesná šarže materiálu, nebo v případě poruchy se zapisují konkrétní detaily související s příčinou poruchy a průběhem opravy. U všech činností kromě F-produkce se musí psát poznámka. Níže je možné vidět grafickou podobu původního směnového sešitu.

Lis 1		Směnový sešit									
Jméno	Směna	Datum	Čas od	Čas do	Událost	Číslo dílu	Počet IO ks/směna	Počet NIO ks	Poznámka / popis poruchy / seřízení / přestavby	Událost v hod.	
	Noční	02.01.17	18:10	19:20	F - Produkce	C12345-xxx				1:10	
	Noční	02.01.17	19:20	19:30	UB 9 - Oprava zařízení		12	150	špatně najetý svítek, ručně zavedený platinu	0:10	
	Noční	02.01.17	19:30	19:35	UB 10 - Ostatní					0:05	
	Noční	02.01.17	19:35	21:00	F - Produkce					1:25	
	Noční	02.01.17	21:00	21:15	UB 10 - Ostatní				mazání vytahuje neustále platinu a následně	0:15	
	Noční	02.01.17	21:15	0:30	F - Produkce					3:15	
	Noční	03.01.17	0:30	2:00	UB 8 - Transfěr seřízení				transfer, seřízení celého transferu, kontrola nástroje s nástrojařem.	1:30	
	Noční	03.01.17	2:00	2:30	UB 5 - Změna výroby	C54321-xxx			dokončení výměny	0:30	
	Noční	03.01.17	2:30	3:00	UB 1 - Personální				přestávka	0:30	
	Noční	03.01.17	3:00	3:10	UB 10 - Ostatní				na 89 procent aut. transferu - ve 4:55 h vráceno na 90 procent.	0:10	
	Noční	03.01.17	3:10	4:15	F - Produkce					1:05	
	Noční	03.01.17	4:15	4:35	UB 7 - Korektura nástroje				premetecu - stále píše vychýlené čidlo, po ohledání nic nenalezeno.	0:20	
	Noční	03.01.17	4:35	5:45	F - Produkce					1:10	
	Noční	03.01.17	5:45	5:55	UB 1 - Personální				předání směny	0:10	
	Ranní	03.01.17	5:55	6:20	UB 7 - Korektura nástroje				očista + mazání + dofuk pružin	0:25	
	Ranní	03.01.17	6:20	7:00	UB 2 - Důvoz/odvoz mat.				Chybějící materiál	0:40	
	Ranní	03.01.17	7:00	8:20	UB 3 - Zkouška nástroje				Zkouška projektu (příprava)	1:20	
	Ranní	03.01.17	8:20	9:15	UB 4 - Organizační/kvalita				premetec nio kalibrace po 200KS - kalibrace ..... Nio a IO náměr na fl. Disku	0:55	

Obrázek 25 – Ukázka původního směnového sešitu (Interní zdroje)



### 11.3.3 Základní kategorizace prostojů (původní)

Ve firmě se historicky využívají tyto kategorie činností, neboť byly převzaty z centrály společnosti za účelem stejných kategorií ve všech lokacích. Soupis kategorií je možné vidět v tabulce 2, která je rozdělená na činnosti přidávající hodnotu (produktivní čas) a činnosti nepřidávající hodnotu (prostoje). Tato kategorizace se týká obou způsobů zápisu (LMS systému i směnového sešitu). Neboť se tyto dva zápisy mezi sebou vzájemně doplňují.

Tabulka 2 – Původní kategorie činností na lisovně (Interní zdroje)

Prostoj / Produktivní čas	Název kategorie (činnosti)
Produktivní čas	F – Produkce
Prostoj	UB1 – Personální
	UB2 – Dovoz/odvoz materiálu
	UB3 – Zkouška nástroje
	UB4 – Organizační/kvalita
	UB5 – Změna výroby
	UB6 – Oprava nástroje
	UB7 – Korektura nástroje
	UB8 – Transfer seřízení
	UB9 – Oprava zařízení
	UB10 – Ostatní

## 11.4 „A“ – Analyse (analýza pro zjištění současného stavu)

Pro monitorování výrobních procesů na lisovně se využívají již zmíněné nástroje – směnový sešit a LMS software. U obou variant je na výběr 11 kategorií rozdělených na jeden produktivní čas a 10 prostojových kategorií.

V této části práce bude nejprve provedena analýza dat na základě původního směnového sešitu s původní kategorizací pro produktivní čas a prostoje. Následně se tato analýza bude porovnávat s daty získanými z LMS softwaru pro identifikaci rozdílů mezi zaznamenanými daty. Poté bude na základě dohody v týmu následovat podrobnější zpracování dat pro jednu kategorii, a to UB7\_Korektura nástroje, neboť patří ke kategoriím s nejvyšším podílem. Analyzovaná data jsou v rozsahu cca 3 měsíců (s tím, že sběr dat byl zahájen 2. ledna 2017). Za tuto dobu bylo získáno cca 2000 položek činností.

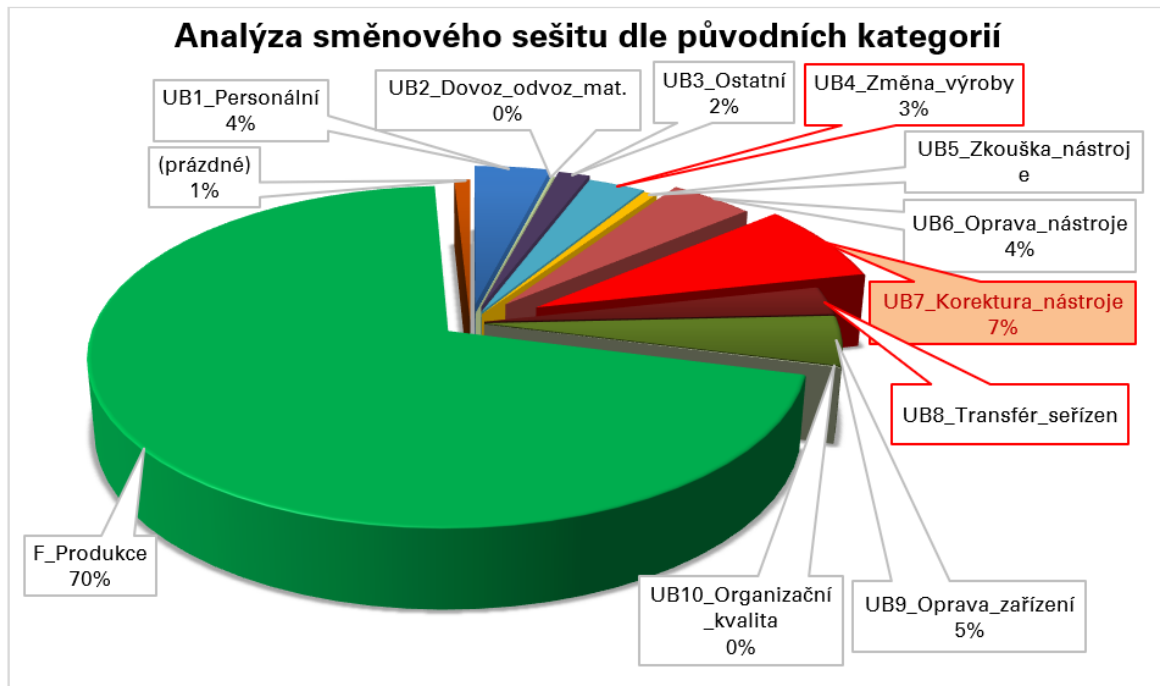
Na základě předchozích analýz zde budou obsaženy návrhy pro zlepšení monitorování prostojů a produkce na lisovně vlivem objevených nedostatků. Přičemž některé z nich budou také implementovány. Následně dojde ke sběru dat s již implementovanými změnami. Tato novější data již budou obsažena v následující části práce, kde z nich bude vypracována Pareto analýza pro zjištění nejvýznamnějších kategorií prostojů. Poslední oblastí této fáze bude analýza činností fyzické přestavby z kategorie UB4\_Změna výroby spolu s kategorií UB8\_Transfer seřízení obsahující doseřízení transferové lišty včetně opravy při produkci.

### 11.4.1 Analýza původních dat ze směnového sešitu a LMS systému

#### Analýza dat z původního směnového sešitu

Směnový sešit je jednoduchý nástroj k upřesnění dílčích činností a je základem pro identifikaci a odstraňování jednotlivých prostojů. Jeho přesnost z hlediska času je v minutách, přičemž obsahuje podrobnější kategorizaci prostojů, protože zde operátoři vypisují poznámky, informace o typech vyráběných dílů a počtech dobrých a špatných kusů.

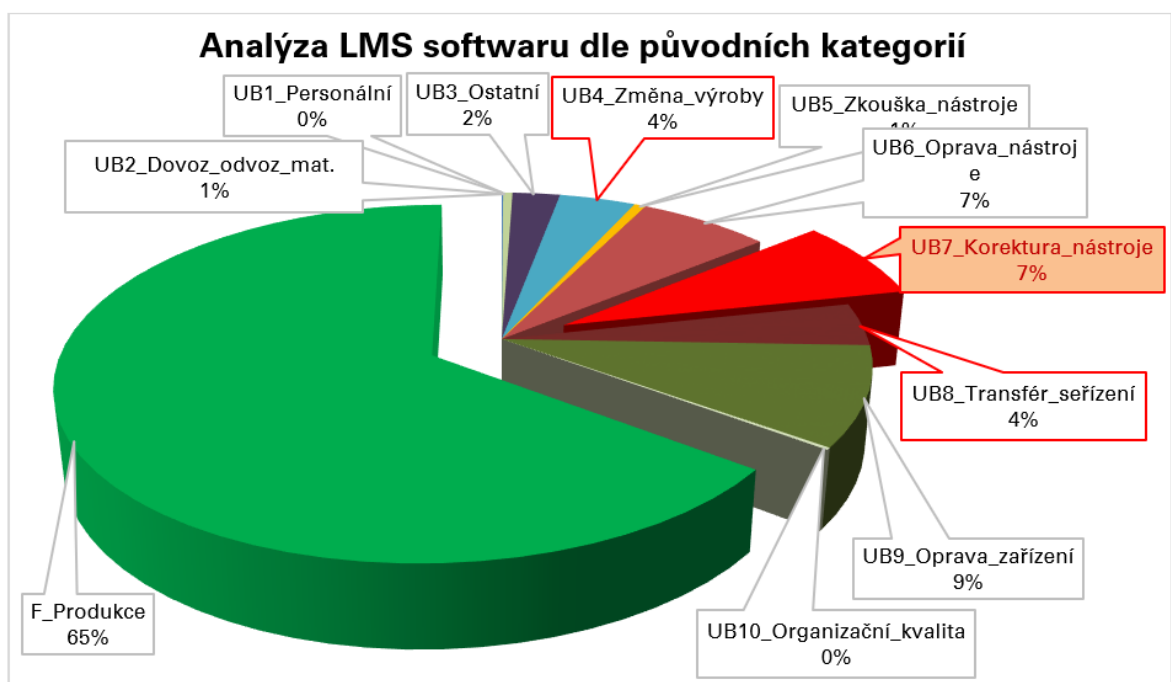
Analýzou původního směnového sešitu byl identifikován 70% podíl produkce a 30% podíl prostojů (viz graf 1). Jako nejvýznamnější oblast prostojů byla identifikována kategorie **UB7\_Korektura nástroje** představující 7 % z celkového podílu času, což vyjadřuje téměř čtvrtinu času ze všech prostojů. Tato kategorie byla vybrána na základě Paretova pravidla a prvotním úkolem bylo snížit danou kategorii prostoje. Druhým nejvýznamnějším prostojem je oprava zařízení s 5% podílem, poté následují činnosti týkající se opravy nástroje a personální oblasti se 4% podílem. Se 3 % jsou zde činnosti týkající se přestavby a doseřízení.



Graf 1 – Analýza směnového sešitu dle původní kategorizace (Vlastní zpracování)

### Analýza dat na základě LMS Softwaru

U systému LMS je časové ohraničení prostoje v řádech sekund a řídí se na základě zmáčknutí tlačítka s kategorií daného prostoje operátorem přímo na panelu lisu. Nevýhodou LMS systému je pouze obecné rozdělení do jednotlivých kategorií prostožů a s tím souvisí menší podrobnost z hlediska detailu prováděných činností.



Graf 2 – Analýza LMS softwaru dle původní kategorizace (Vlastní zpracování)

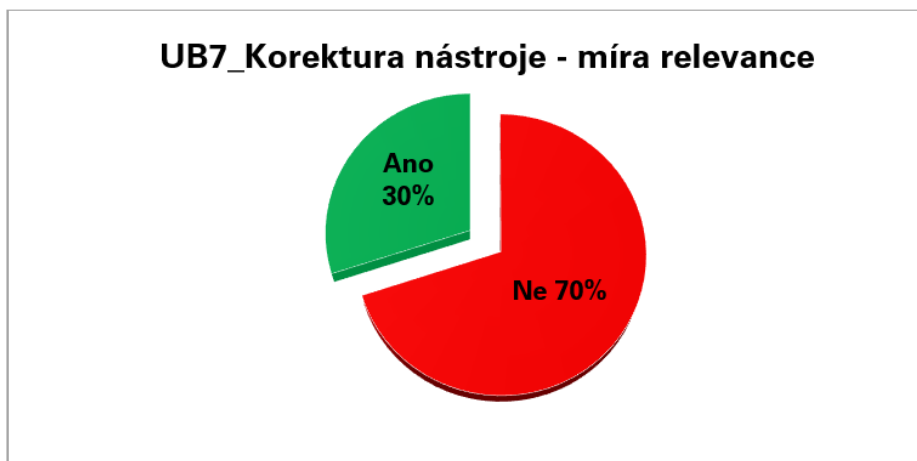
### Analýza dat – porovnání LMS softwaru se směnovým sešitem

Při porovnání dat získaných ze systému LMS a směnového sešitu jdou vidět menší rozdíly ve výsledcích vznikajících rozdílnou přesností zapisovaných časů. Tyto rozdíly je možné vidět na grafu 1 a 2.

Při porovnání produktivního času u obou variant monitorování je vidět 5% rozdíl (LMS software vychází 65 %, směnový sešit 70 %). Poměrně velký rozdíl byl také v kategorii oprava zařízení, kde byl u LMS podíl prostoje 9 % a u směnového sešitu byl jen 5% podíl. Další významný rozdíl představovala personální oblast, kde u LMS systému nebyl identifikován žádný prostoj pro tuto kategorii a ve směnovém sešitě obsahovala tato kategorie podíl 4 %. Naopak kategorie UB7\_Korektura nástroje vyšla totožně u obou metod sběru dat ve výši 7 %. Dále kategorie UB4\_Změna výroby a UB8\_Transfer seřízení byly vyšší u LMS softwaru o 1 % oproti směnovému sešitu.

#### 11.4.1.1 Analýza původních dat pro kategorii UB7\_Korektura nástroje

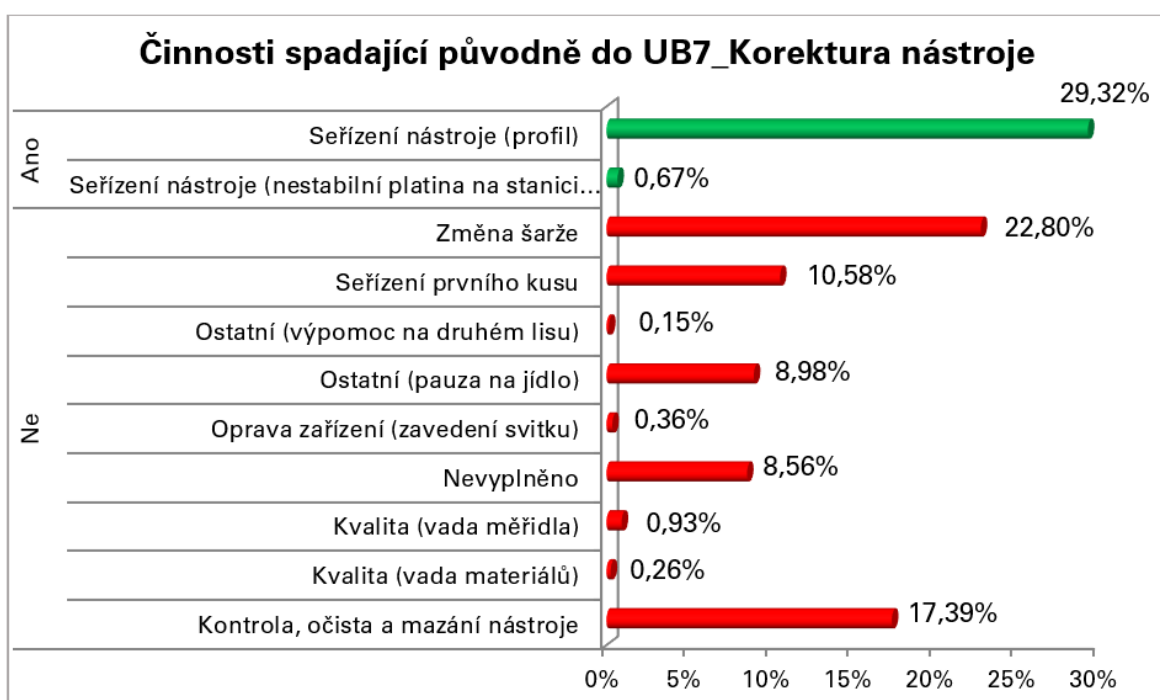
Na základě zvýšeného procentuálního podílu v dané kategorii byla provedena jednoduchá analýza a porovnávání stávajících dat s předpokládanými činnostmi, které měly být prováděny v dané kategorii. Každý záznam v této kategorii byl samostatně identifikován a zkontrolován pro ověření, zda jeho zařazení odpovídá dané kategorii. V případě, že daný zápis neodpovídal činností dané kategorie, tak byl oddělen a přiřazen do relevantní kategorie. U kategorie UB7\_Korektura nástroje bylo zjištěno, že **30 % dat je relevantních** pro danou kategorii a **70 % z nich pro danou kategorii relevantních není**. Příčinou nesprávné kategorizace byl chybějící popis dílčích činností, které do dané kategorie spadají (nikdo nedefinoval správné činnosti spadající do jednotlivých kategorií).



Graf 3 – Korektura nástroje míra relevance (Vlastní zpracování)

Následnou analýzou grafu 3 byly přesně identifikované činnosti, které nespádají do kategorie UB7\_Korektura nástroje (viz graf 4).

Na níže znázorněném grafu představují zeleně označené činnosti správně vybranou kategorii UB7\_Korektura nástroje operátorem. Červeně jsou označené činnosti, jež nejsou pro danou kategorii relevantní, přičemž tyto činnosti spadají reálně pod jiné kategorie. Na základě tohoto zjištění byl zkontrolován celý směnový sešit a došlo k revizi a přerozdělení všech činností do správných kategorií prostoje.



Graf 4 – Činnosti spadající původně do Korektury nástroje (Vlastní zpracování)

Na základě přerozdělení jednotlivých činností v rámci všech kategorií byly opakující se činnosti použity jako předloha pro vypracování nového směnového sešitu. Tento nový směnový sešit bude obsahovat všechny typy činností relevantních pro prostoje na lisovně. Informace týkající se nového směnového sešitu a kategorizace je možné vidět níže v kapitole návrhy na zlepšení.

#### 11.4.1.2 Shrnutí současného stavu

Pro zapisování prostoje a produkce u lisu\_1 bylo donedávna centrálně využito **11 základních kategorií**. Pro jejich přesnější analýzu zde chybělo rozdělení do dalších upřesňujících podkategorií a také přesné vymezení toho, co do jaké kategorie vlastně patří. Kategorie byly rozděleny na 10 typů prostoje a 1 kategorie času výroby nazvanou jako F-Produkce. Když operátor nevěděl typ prostoje, jenž má vybrat, obvykle použil kategorii

ostatní a do poznámky u směnového sešitu zapsal obecný popis prostoje. Tím vznikala variabilita při zápisu mezi jednotlivými operátory, která byla způsobena vlivem nspecifikovaných činností spadajících do konkrétních kategorií a úsudkem jednotlivých operátorů. Na základě toho docházelo k zápisu činností do jiných kategorií, které s daným prostojem nesouvisely. Tento problém se při sběru dat týkal obou variant zápisu jak LMS softwaru, tak směnového sešitu, neboť tyto kategorie jsou u obou způsobů zápisu totožné. Jelikož stávající software LMS obsahuje pouze základní kategorie bez poznámek.

#### **11.4.2 Návrhy pro zefektivnění monitorování prostojů a produkce**

Prvním návrhem za účelem zlepšení monitorování výrobních činností a prostojů je nová kategorizace. Na základě této kategorizace vznikne požadavek na vytvoření nového směnového sešitu, u něhož dojde k následné implementaci a standardizaci. Zajímavým zlepšením je také grafické vyhodnocení směnového sešitu, jež je možné aktualizovat podle potřeby. Další návrh se týká úpravy LMS softwaru dle doplněných kritérií pro hodnocení prostojů (nové kategorie a podkategorie).

##### ***11.4.2.1 Nová kategorizace prostojů a produkce***

###### **Personální (UB1)**

Zde můžeme zařadit školení, trénink, poradu či meeting. Dále pak nepřítomnost operátora (například opoždění firemního autobusu), případně výpomoc operátora na druhém lisu. Výpomoc operátorů mezi sebou nastává při náhlé situaci, kdy může dojít k zastavení jednoho z lisů. Následně zde můžeme zařadit preventivní prohlídky nebo pracovní úrazy, přičemž se lékař nachází přímo v areálu společnosti. Poslední část spadající do personální kategorie se týká mimořádných situací, kde patří například výpadek elektrického proudu, poplach, nebo když dochází k opravě, či údržbě jednoho lisu a druhý se třeba zastaví, aby se lidi při opravě slyšeli.

###### **Dovoz/odvoz materiálu (UB2)**

Tento prostoj se vybere v případě, že operátorovi chybí vstupní materiál a musí si pro něj sám dojít, přičemž dochází k zastavení výroby, nebo když pouze čeká, než mu jej operátor servisu doveze. Další možností je činnost, kdy operátor odváží NOK (špatné) kusy, odpad či hotové výrobky.

**Ostatní (UB3)**

Do této kategorie patří převážně rutinní činnosti a povinnosti operátora, mezi které spadá kontrola, očista a mazání nástroje, jež bývá častá činnost operátora. Dále výměna nožů, případně doplnění oleje. Při stanovené odstavce také ukončení a rozjezd výroby. U obou lisů je povinná týdenní údržba včetně úklidu, což patří taktéž do této kategorie. Poslední a nejčastější činností dané oblasti je předání směny a denní úklid. Předání směny nastává vždy posledních 5 minut na každé směně.

**Změna výroby (UB4)**

U této kategorie jsou tři podkategorie. Patří zde činnosti týkající se fyzické přestavby nástroje, dále nastavení transferu. Poslední podkategorií je doseřízení prvního kusu. Do této oblasti spadá vše, co se týká změny výroby až po seřízení prvního dobrého kusu.

**Zkouška nástroje (UB5)**

Zde patří jen jedna podkategorie, a to přestavba nástroje na zkoušku, seřízení transferu a prvního kusu včetně následné výroby vzorků a opětovného přestavení nástroje na sériovou výrobu.

**Oprava nástroje (UB6)**

Tato kategorie obsahuje veškeré opravy nástrojů, přičemž se dále rozdělují na opravy probíhající přímo na zařízení, nebo na nástrojárně. Přímo na zařízení znamená, že se nástroj opravuje bez transportu, přímo ve stroji. V případě druhé možnosti je nástroj vyzdvihnut ze stroje a opraven na nástrojárně, která se nachází v blízkosti lisů.

**Korektura nástroje (UB7)**

Mezi tyto prostoje patří téměř všechny typy seřízení rozměrů finálního výrobku, kromě seřízení 1. kusu při samotné změně výroby. Spadá zde doseřízení profilu, které je nejčastější činností této kategorie. Z technologického hlediska není možné dlouhodobě udržet stabilitu produktu z hlediska kvality a rozměrů. Jedná se o lisování z vysokopevnostní oceli, kde je nutné dodržovat rozměry v řádu 0,01 mm. V případě přezbrojení vstupního materiálu může dojít k mírným změnám vlastností (pevnosti) materiálu, kdy je následně nutné provést zásah do nástroje (doseřízení) profilu. Dále pak seřízení stanice v případě, že po zdvihu lisu není lisovaný kus stabilní a při rychlosti následného transferu (30 zdvihů/min) není možné díl přesunout. Poslední podkategorie je dofoukání plynových pružin na jednotlivých stanicích lisovacího nástroje. Stabilní tlak je nezbytný pro správnou funkčnost ohýbacího nástroje.

### **Transfer seřízení (UB8)**

Do této kategorie spadá doseřízení transferu, následně jednotlivé opravy přenosových chapadel (pracky, hřebene a otoče) na transferu. Další podkategorií jsou opravy čidel obsahující opravy kabelů, senzorů a lišt zajišťujících kontrolu přítomnosti dílů při přenosu. Poslední částí je oprava sání.

### **Oprava zařízení (UB9)**

Tato kategorie je rozdělena na jednotlivé opravy zařízení, které je možné rozdělit do tří částí: **oprava elektro** (software, kabeláž), **oprava mechanika** (mechanické části zařízení) a **oprava hydraulika** (pohon lisu, pumpy, čerpadla, ventily). Přičemž u každé opravy zařízení je nutné napsat do poznámky přesný typ opravy. Takže například činnosti uvedené v závorkách výše včetně detailnějšího popisu. U této kategorie se dále vybírá nově položka, zda byl z důvodu poruchy volán specialista z centrální údržby závodu.

### **Organizační kvalita (UB10)**

Mezi nejčastější činnosti této kategorie patří změna šarže, jež se razí přímo na výrobek a také se zapisuje její přesný název do poznámky u směnového sešitu. Při každé výměně šarže je nutné zařízení zastavit a změnit raznici v nástroji. Při produkci se mohou objevit různé vady materiálu, poruchy, případně chybějící/vadné měřidlo, které také patří do této kategorie. Můžeme zde zahrnout také chybějící dokumentaci či analýzu NOK (špatných) kusů.

### **Přestávky (UB11)**

Do této kategorie spadá povinná bezpečnostní přestávka (práce v hlučném prostředí dle legislativy) a další přestávky stanovené zaměstnavatelem (oběd, večeře).

### **F-Produkce**

Jedná se o nejdůležitější kategorii značící samotnou výrobu, jež představuje čas, kdy dochází k výrobě bez prostojů. F před produkcí vychází z německého slova Fertigung, což v překladu znamená produkce.



Tabulka 3 – Soupis podkategorií k nové kategorizaci (Interní zdroje)

UB1 Personální	UB2 Dovoz/odvoz mat.	UB3 Ostatní	UB4 Změna výroby	UB5 Zkouška nástroje	UB6 Oprava nástroje
Školení, trénink, porada, meeting	Chybějící vstupní materiál (navázání)	Kontrola, očista a mazání nástroje	Fyzická přestavba nástroje	Přestavba nástroje na zkoušky, seřízení	Oprava stanice na nástrojárně
Chybí personál (nepřítomnost)	Odvoz hotových výrobků, výměna GB	Výměna nožů	Nastavení transferu	transferu a prvního kusu + následná výroba vzorků	Oprava nástrojařem na zařízení
Úraz (řešení úrazu, Preventivní prohlídky)	Odvoz šrotu (NOK kusy, odpad)	Rozjezd / ukončení výroby (odstávka)	Doseřízení prvního kusu		
Výpomoc na druhém lisu		Doplnění oleje			
Mimořádná situace (poplach, výpadek)		Předání směny + denní úklid			
		Týdenní údržba + týdenní úklid			
UB7 Korektura nástroje	UB8 Transfer seřízení	UB9 Oprava zařízení	UB10 Organizační, kvalita	UB11 Přestávka	
Seřízení profilu	Doseřízení transferu	Oprava Elektro (bližší info vypiš)	Vada materiálu při produkci	Pauza na jídlo	
Skáče platina po zdvíhu, seřízení	Oprava pracky (chapadla, hřeben,	Oprava Mechanika (bližší info vypiš)	Vada, porucha, chybí měřidlo (Premetec,..)		
Dofuk plynových pružin	Oprava čidla (kabely, senzory,	Oprava Hydraulika (bližší info vypiš)	Změna šarže (bližší info vypiš)		
	Oprava sání		Chybějící dokumentace		
			Manipulace / Analýza NOK kusů		

### Úprava dat podle nových kategorií

Po vypracování nových kategorií a podkategorií přišla na řadu kategorizace (úprava) starších dat. Jednalo se o data od 3. ledna 2017 do konce března 2017. K samotné kategorizaci jednotlivých činností se využily poznámky operátorů, na základě nichž byly jednotlivé činnosti rozčleněny do již nových kategorií a podkategorií. Kdyby nedošlo k úpravě dat, tak by data nepřinesla objektivní výsledky, protože operátoři přiřazovali stejné činnosti do různých kategorií. Jednalo se zhruba o 2000 řádků (položek), u kterých došlo ke korekci kategorií a přiřazení nových podkategorií projektovým týmem.

#### 11.4.2.2 Nový směnový sešit

Nový směnový sešit je rozdělen do 12 kategorií, kde 11 z nich jsou prostoje a 1 kategorie značí produkci. Pro každou kategorii byly určeny i podkategorie pro lepší a objektivnější analýzu dat. Tyto nové kategorie je možné vidět výše v tabulce 3. Při tvorbě podkategorií se stanovilo omezení, kdy jedna kategorie může obsahovat maximálně 6 podkategorií. Výhodou nového směnového sešitu je snadnější a rychlejší zapisování operátorem, neboť operátor nebude muset vypisovat dlouhou poznámku s názvem a popisem činnosti k dané kategorii. Bude mu stačit jednoduchý výběr kategorií a podkategorií z předem definovaných možností s krátkou poznámkou na vysvětlení případných drobností, čímž vzniká potenciální úspora času.

Na obrázku níže je možné vidět nový směnový sešit, u kterého jsou sloupce vyznačené fialově nově přidány. Mezi nové položky patří podkategorie událostí, zásah do stanice, kde se vybírá z 9 stanic a jedné stanice stříhu a ořezu (Schnitte). Menší úpravy zaznamenala i událost, kde byla jedna kategorie přidána. Další přidaná položka se zaměřuje na volání údržbáře, kde se vybírá ano, či ne. Poslední část se týká úpravy vzorečku pro čas událostí v hodinách, neboť původně nastávala chyba u činností trvajících v době půlnoci, při přechodu z jednoho dne na druhý.

Lis 1		VPW4113															
Datum	Směna	Jméno	Čas od	Čas do	Událost	Podkategorie události	Zásah do stanice	Volána údržba	Poznámka, Popis poruchy/seřízení	Číslo dílu	Počet OK kusů	Počet NOK kusů	Čas události v hod.				
01.05.17	R	Pracovník 1	5:50	6:05	UB3_Ostatní	Předání směny + denní úklid							0:15				
01.05.17	R	Pracovník 1	6:05	6:15	UB3_Ostatní	Kontrola, očista a mazání nástroje			Běžná prevence před každou směnou				0:10				
01.05.17	R	Pracovník 1	6:15	8:00	F_Produkce	Pokračování ve výrobě				988322-xxx			1:45				
01.05.17	R	Pracovník 1	8:00	8:30	UB9_Oprava_zarizeni	Oprava Mechanika (bližší info vyplíš)		ne	Nabouraný coil v nůžkách vyhozeno 80 platin (šikmo stříženo, ořepy)			80	0:30				
01.05.17	R	Pracovník 1	8:30	10:00	F_Produkce	Pokračování ve výrobě							1:30				
01.05.17	R	Pracovník 1	10:00	11:00	UB9_Oprava_zarizeni	Oprava Mechanika (bližší info vyplíš)		ano	Na mazání zůstává platina dole, na spodním dílu jsou špatně pružiny. Volán mechanik v 10:10, dorazil v 10:25				1:00				
01.05.17	R	Pracovník 1	11:00	13:00	F_Produkce	Pokračování ve výrobě							2:00				
01.05.17	R	Pracovník 1	13:00	13:50	UB9_Oprava_zarizeni	Oprava Mechanika (bližší info vyplíš)		ne	Zaseká šina v KT, uštění celého skluzného pásu				0:50				
01.05.17	R	Pracovník 1	13:50	14:50	F_Produkce	Pokračování ve výrobě							1:00				
01.05.17	R	Pracovník 1	14:50	14:55	UB10_Organizační_kvalita	Změna šarže (bližší info vyplíš)			250AC				0:05				
01.05.17	R	Pracovník 1	14:55	16:00	F_Produkce	Pokračování ve výrobě							1:05				
01.05.17	R	Pracovník 1	16:00	16:10	UB10_Organizační_kvalita	Manipulace / Analýza NOK kusů			NOK profil, Rozměr 36,04-0,5mm. Zastaveno ca. 1350 ks				0:10				
01.05.17	R	Pracovník 1	16:10	17:00	UB7_Korektura_nastroje	Seřízení profilu	St_8		Nástrojář, seřízení stanice 8. Přidány podložky na horním díle				0:50				
01.05.17	R	Pracovník 1	17:00	17:50	F_Produkce	Pokračování ve výrobě							0:50				
01.05.17	R	Pracovník 1	17:50	18:05	UB3_Ostatní	Předání směny + denní úklid				988322-xxx	9800	30	0:15				
01.05.17	N	Pracovník 2	18:05	18:15	UB3_Ostatní	Kontrola, očista a mazání nástroje			Běžná prevence před každou směnou				0:10				
01.05.17	N	Pracovník 2	18:15	20:00	F_Produkce	Pokračování ve výrobě				988322-xxx	2400		1:45				
01.05.17	N	Pracovník 2	20:00	21:00	UB4_Změna_vyroby	Přestavba nástroje, seřízení transfru a prvního kusu			Přehození na druhou stranu				1:00				
02.05.17	N	Pracovník 2	21:00	2:00	F_Produkce	Začátek výroby							5:00				

Obrázek 26 – Ukázka nového směnového sešitu (Vlastní zpracování)

### Postup zápisu do směnového sešitu

Do směnového sešitu se zapisuje vždy celá směna od příchodu operátora až po předání směny dalšímu operátorovi. Pokud nastane situace nepřinášející přidanou hodnotu (prostoje), tak je nezbytné na panelu lisu zmáčknout tlačítko s daným typem prostoje. Tím dochází k zaznamenání daného prostoje do databáze pomocí LMS systému. Po odstranění poruchy následně operátor zaznamená vzniklou situaci do směnového sešitu. Operátor vybere kategorii včetně podkategorie, doplní případnou poznámku a запиše čas začátku a konce dané činnosti. Na rozdíl od původního směnového sešitu se zde na základě kategorií vybírají i nové podkategorie. Výhodou nového směnového sešitu je zablokovaný zápis pro operátora, jenž umožňuje u většiny položek pouze výběr z předem definovaných možností, což je jednodušší a pro samotnou analýzu dat nezbytné, protože nedochází k záměnám specifikovaných činností. Z důvodu, aby operátoři neměli složitější zapisování, došlo

k zachování původní grafické podoby směnového sešitu. U činností, kde je nezbytné vyplňování i dodatečných informací, se tyto položky bez vyplněných možností vždy podbarví. Čímž nabádají operátora k samotnému výběru v daném poli. Po vyplnění se políčko vrací do původní barvy.

Součástí vyhodnocení je i možnost analyzovat nevyplněná pole jednotlivými operátory, kteří jsou následně upozorněni na tyto nevyplněná pole, a tím jsou motivováni k pečlivému vyplňování relevantních informací do formuláře.

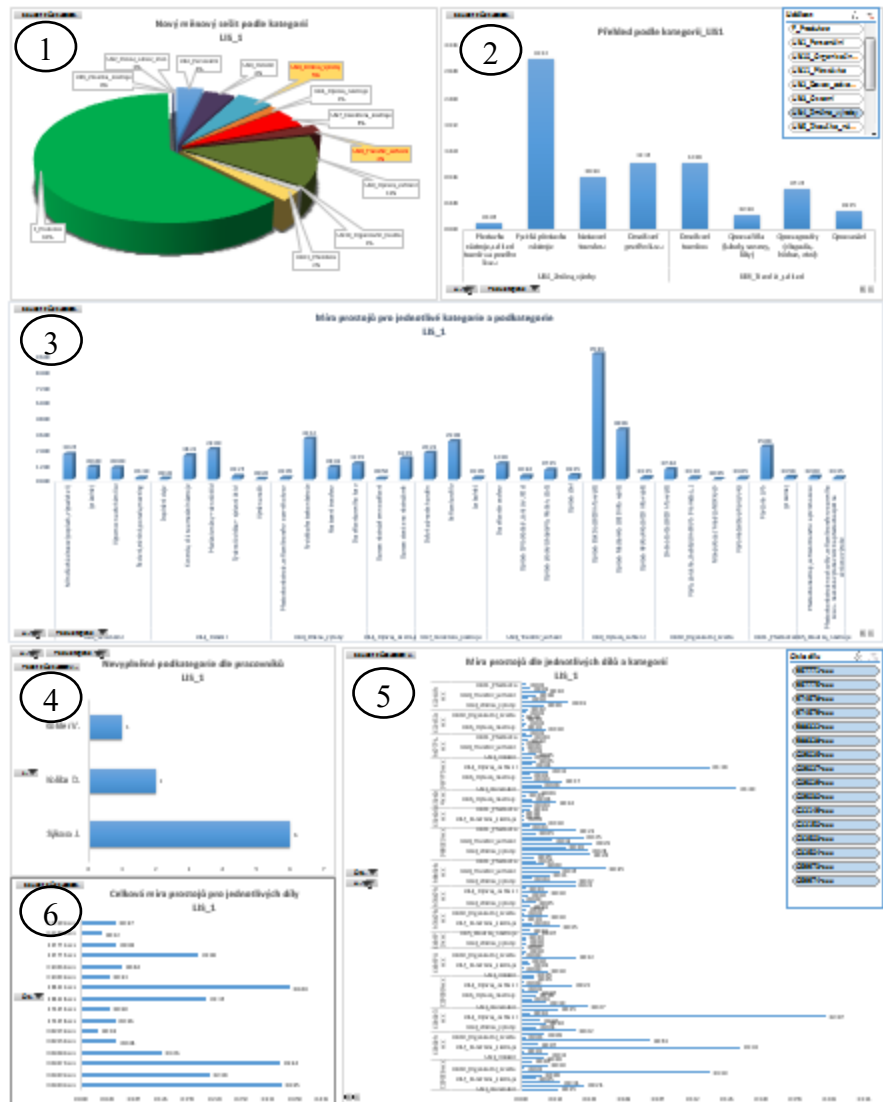
V případě, že se vybere kategorie **UB7\_Korektura nástroje**, je nutné určit i o jakou stanici se jedná. Díky této informaci se dá zjistit, do jaké stanice se nejvíce zasahuje a na tu se zaměřit. Pokud se vybere **UB9\_Oprava zařízení**, tak se musí uvést, zda byl zavolán údržbář, či nikoli. Neboť v současné době se zavolá údržbář, na kterého se několik minut čeká, než dorazí, přičemž je lis vypnutý a nevyrábí se. Díky této kolonce se do poznámky napíše, kdy byl údržbář zavolán a také v kolik hodin dorazil na pracoviště. Což je pro operátory mnohem lepší, protože mají přesně zaznamenáno, kolik času se daný údržbář věnoval opravě daného zařízení. Z historického hlediska si údržbář vykázal práci delší, než kolik mu ve skutečnosti oprava zabrala.

#### **11.4.2.3 Grafický výstup směnového sešitu**

Pro grafickou analýzu (vyhodnocování) byl vypracován soubor v programu Excel, jež graficky znázorňuje vybrané charakteristiky z nového směnového sešitu a pomocí grafů a tabulek vykresluje podrobné informace týkající se celkového průběhu směny. Funguje na principu kontingenčních tabulek, kde pomocí jednoho kliku na políčko aktualizovat získáme nejnovější grafické výstupy. Například se zde zjišťuje procentuální podíl jednotlivých prostojů a produkce u lisu, souhrn jednotlivých kategorií a podkategorií z hlediska času. Poté následuje vyhodnocení počtu nevyplněných podkategorií jednotlivými operátory a počet prostojů připadajících na jednotlivé typy dílů spolu s typy kategorií. Před tímto projektem se žádná podrobnější analýza dat ze směnového sešitu neprováděla. Díky této úpravě bude možné jednoduše kontrolovat případné prostoje u obou lisů podle potřeby vedení, třeba na bázi denní, týdenní nebo měsíční.

Na obrázku 27 je možné vidět grafy **jen pro ukázkou**, které jsou výstupem právě zmiňovaného Excel souboru, jenž bere data ze směnového sešitu. Některé z nich jsou dále popsány v následující analýze.

1. % podíl jednotlivých kategorií.
2. Přehled podle vybraných kategorií.
3. Míra prostožů podle kategorií a podkategorií.
4. Počty nevyplněných podkategorií jednotlivými operátory.
5. Míra prostožů dle jednotlivých dílů a kategorií.
6. Celková míra prostožů podle jednotlivých dílů.



Obrázek 27 – Grafické vyhodnocení směnového sešitu (Vlastní zpracování)

#### 11.4.2.4 Návrh na úpravu stávajícího softwaru (LMS)

Cílem navržené úpravy stávajícího softwaru bylo odstranění dublovaných operací (vypisování směnového sešitu a zároveň vybírání kategorií v LMS systému), tak aby operátor lisu nemusel dělat tyto činnosti zápisu dvakrát.

#### Princip by fungoval následovně.

Na lisu se vybere daná kategorie a podkategorie. Poté se umožní provádět i ruční zápis ve formě poznámky pomocí dotykového displeje přímo na panelu lisu, případně přidáním fyzické klávesnice. Jednalo by se o spojení předchozích dvou způsobů zápisu s tím, že by ze směnového sešitu přebral detailní identifikaci prováděných činností a z LMS systému jeho přesnost z hlediska času.

Tento návrh **nebyl vedením přijat**, protože přepracování stávajícího systému by bylo finančně i časově hodně náročné. Další komplikace by se následně týkala grafického vyhodnocení těchto dat. Hlavním důvodem nepřijetí tohoto návrhu bylo vysvětlení od vedení, že se do půl roku plánuje přechod na nový software MES, jenž by se měl postupně implementovat napříč celou společností a následně i celou skupinou.

### 11.4.3 Implementace návrhů na zlepšení monitorování

Z výše uvedených návrhů se implementovala **nová kategorizace** jednotlivých typů prostožů, která je obsažena v **novém směnovém sešitu** a částečně i v **LMS systému** (bez podkategorií). Neboť v současné době zde chybělo určení, co do jaké kategorie vlastně patří a operátoři zařazovali stejné činnosti do různých kategorií. Dále se zavedl **nový grafický výstup** směnového sešitu pro lepší porozumění a následnou redukci prostožových časů.

#### Implementace nového směnového sešitu

Nové podkategorie byly určeny a rozděleny na základě konzultací s operátory lisu a projektovým týmem. Po vydání směnového sešitu bylo nezbytné proškolit operátory lisu, aby vždy řádně vybírali daný typ kategorie i podkategorie. Dále aby vyplňovali dodatečné položky včetně poznámek (například u změny šarže, opravy nebo u jiných zvolených činností). K proškolení operátorů na nový směnový sešit došlo 15. 5. 2017 a dva dny poté 17. 5. 2017 se nový směnový sešit oficiálně implementoval a začal plně využívat. Po zavedení a proškolení bylo potřeba zaměstnance průběžně kontrolovat a případně jim připomínat, aby správně vybírali kategorie a podkategorie včetně vlastní poznámky a dodatečných položek. První kontrola vyplňování byla provedena 14 dní po zavedení nového směnového sešitu.

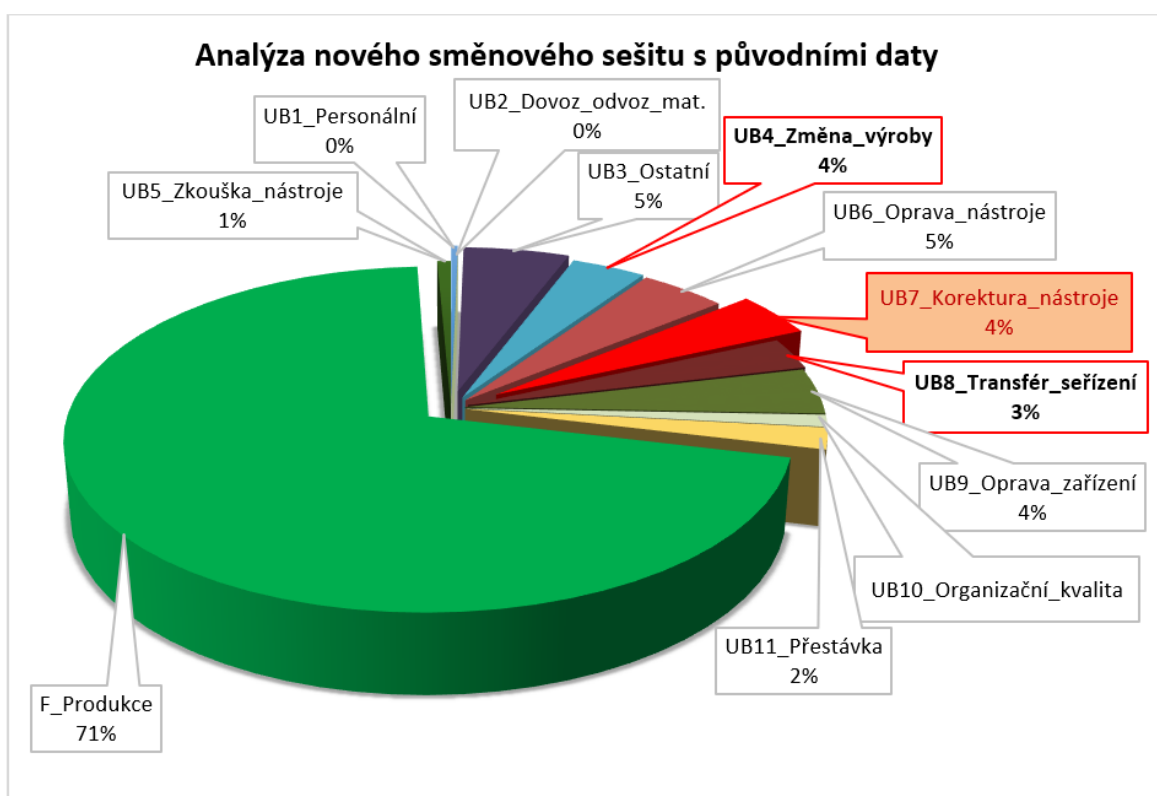
Pro správné určování kategorií a podkategorií byl vytvořen pracovní návod, který je v tištěné podobě dostupný na obou ovládacích panelech lisu a také u počítačů. Tento návod se skládá z kategorií a k nim příslušných podkategorií (viz tabulka 3 o pár stránek výše).

Data získaná po zavedení nového směnového sešitu již budou objektivnější, srozumitelnější a lehce uchopitelná z hlediska výstupu jednotlivých kategorií. Následně je možné data porovnat s původními kategoriemi, případně je využít pro analýzy před a po implementaci návrhů zaměřených na zefektivnění výroby na lisovně v následující části projektu.

#### 11.4.4 Analýza původních dat – po implementaci změn v monitorování

Po převedení stávajících dat z původního směnového sešitu do nových kategorií a podkategorií zpracovaných na základě poznámek operátorů a zkušeností členů projektového týmu, došlo ke změnám podílů v jednotlivých kategoriích. To bylo způsobeno vlivem správného rozdělení činností do jednotlivých kategorií. Stejně jako u předchozích analýz se jednalo o data od 2. ledna 2017 do konce března 2017.

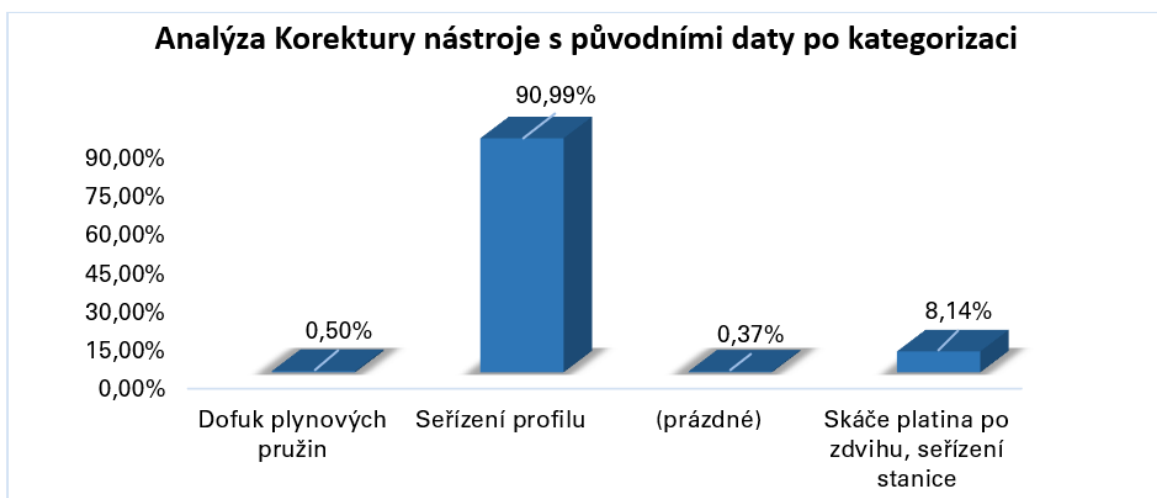
Po zavedení nové kategorizace se snížila kategorie **UB7\_Korektura nástroje** z původních **7 % na 4 %**. Přičemž nejvyšší podíl u prostojů ve výši 5 % spadl do kategorie UB3\_Ostatní a UB6\_Opravy nástroje. Se 4% podílem zde patřila kromě korektury nástroje i **UB4\_Změna výroby** a UB6\_Oprava zařízení. Kategorie **UB8\_Transfer seřízení** se podílela na celkovém času 3 %. Produktivní čas představoval **71 %** z celkového času směny. Vše je možné vidět na následujícím grafu.



Graf 5 – Původní analýza nového směnového sešitu (Vlastní zpracování)

#### 11.4.4.1 Analýza kategorie UB7\_Korektura nástroje

Na grafu 6 je možné vidět nové podkategorie z oblasti UB7\_Korektura nástroje. Oproti původnímu stavu zde spadají pouze činnosti zaměřené na dosežení. Nejvyšší podíl přesahující 90 % zastupuje podkategorie seřízení profilu. Naopak nejméně významnou oblastí této kategorie z hlediska podílu je dofoukání plynových pružin a činnosti, kde nebyla vybrána žádná podkategorie vlivem chybějící poznámky operátora. Činnosti, při kterých skáče platina po zdvihu včetně následného seřízení stanice, představovaly 8% podíl z dané kategorie.



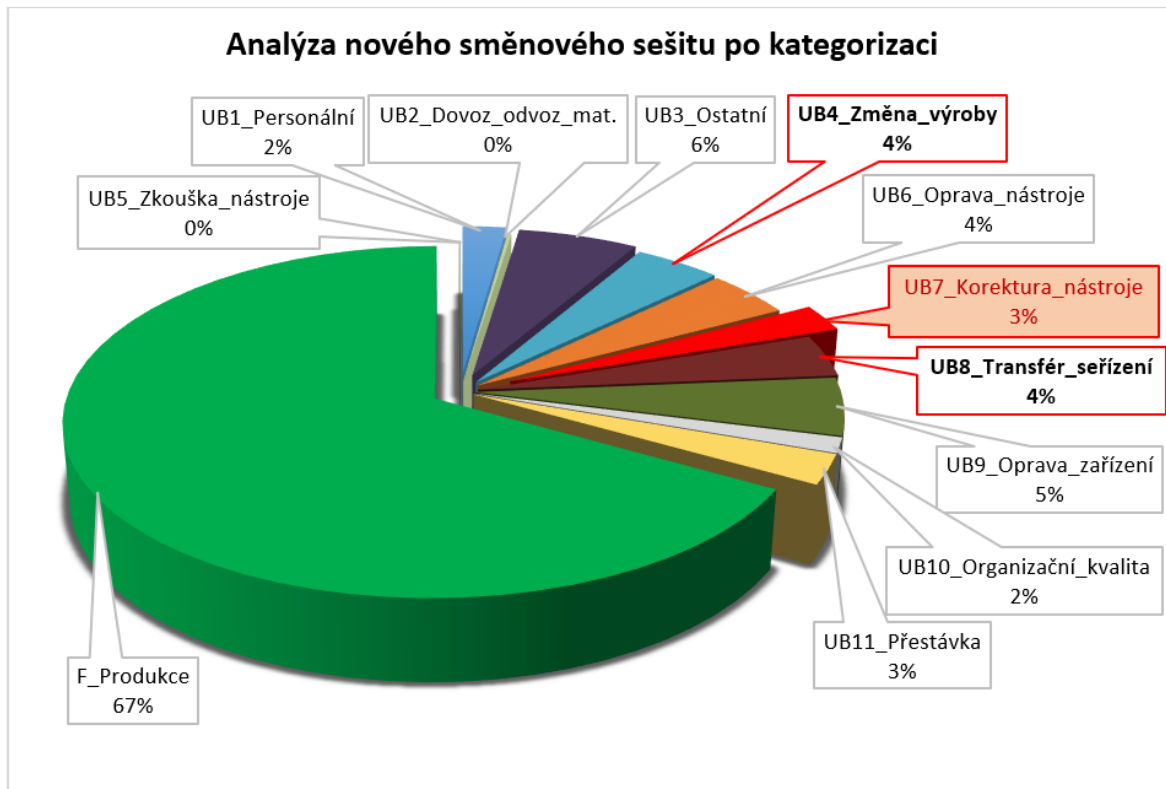
Graf 6 – Původní analýza Korektury nástroje po kategorizaci (Vlastní zpracování)

#### 11.4.5 Analýza nových dat po implementaci změn v monitorování

Tato oblast bude obsahovat data nasbíraná až po implementaci nových kategorií obsažených v obou variantách sběru dat jak u směnového sešitu, tak i částečně u LMS systému. V této části je obsažena analýza na základě směnového sešitu, LMS softwaru a také vybrané prostojevé kategorie UB7\_Korektura nástroje.

##### 11.4.5.1 Analýza na základě nového směnového sešitu

Po vypracování nového směnového sešitu s úpravou kategorií nastalo období sběru nových dat. Data se zaznamenávala pro oba lisy, přičemž v této práci bude popsán lis\_1, jak je uvedeno již na začátku této práce. Data se sbírala po dobu dva a půl měsíce v časovém úseku od 17. 5. 2017 do 31. 7. 2017. Analýza směnového sešitu po úpravě kategorií vypadala následovně.



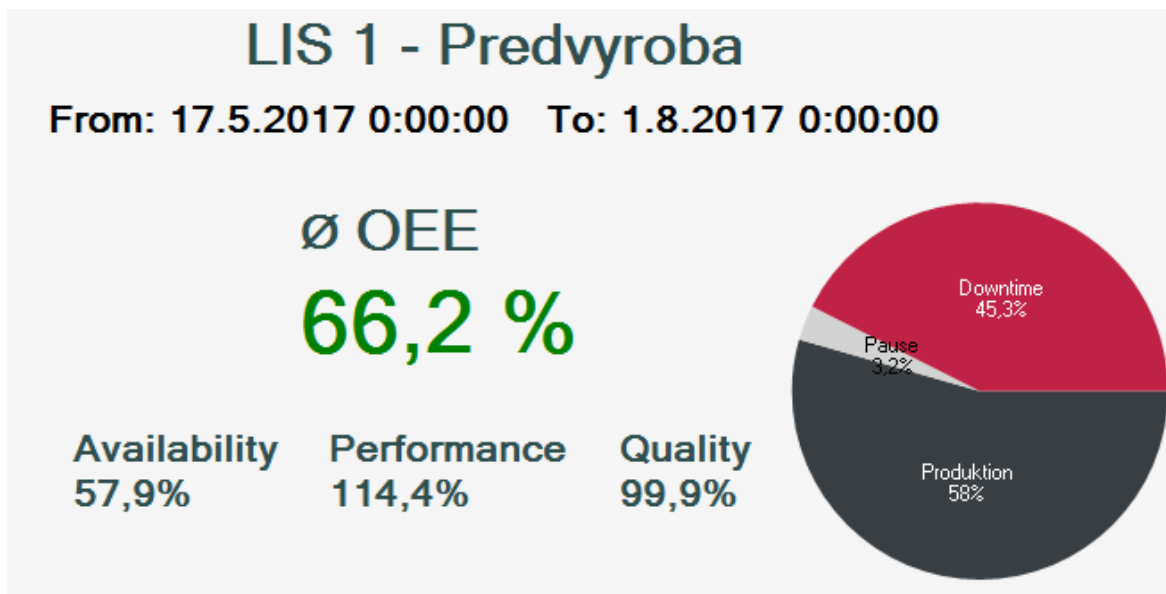
Graf 7 – Analýza nového směnového sešitu po kategorizaci (Vlastní zpracování)

Z grafu vyplývá, že **UB7\_Korektura nástroje** představuje po nové kategorizaci pouze **3% podíl**. Nejvyšší podíl prostojů je obsažen v kategorii UB3\_Ostatní, poté následuje UB9\_Oprava zařízení. S podílem ve výši 4 % zde patří také UB6\_Oprava nástroje, **UB8\_Transfer seřizení** a **UB4\_Změna výroby**. Samotný produktivní čas vycházel na **67 %** z celkového času směn.

#### 11.4.5.2 Analýza pomocí LMS softwaru

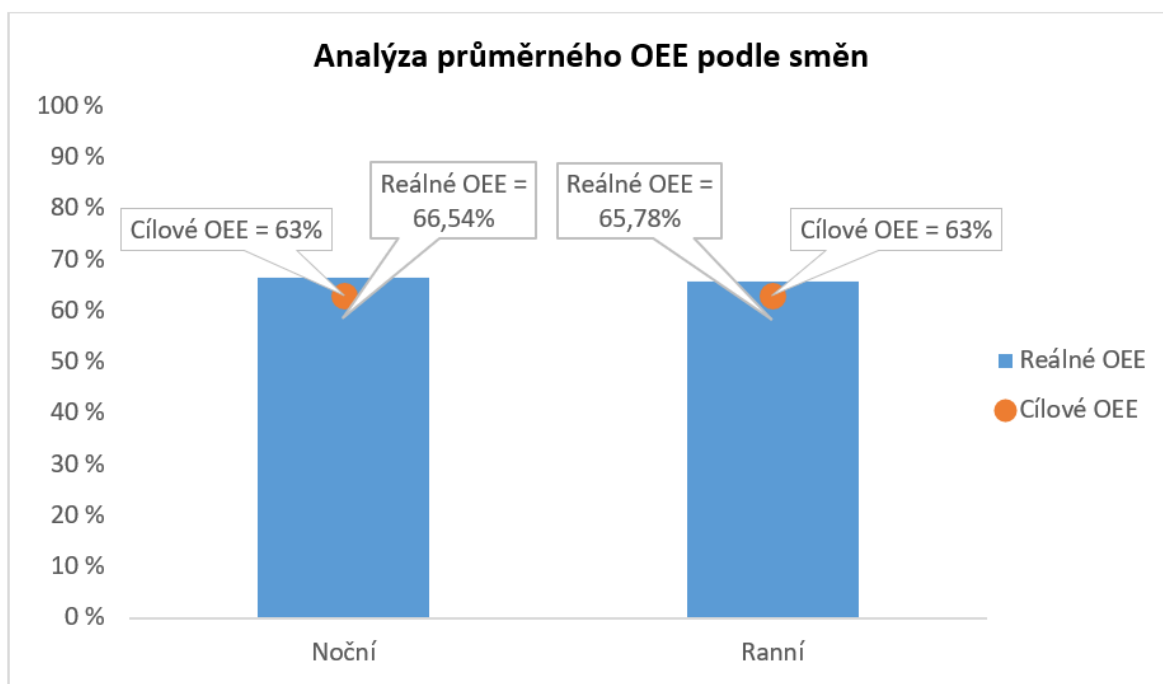
Na obrázku níže je možné vidět celkové **OEE** u lisu 1 v období od 17. 5. 2017 do půlnoci 31. 7. 2017, které vychází **66,2 %**. Při porovnání se směnovým sešitem máme velmi podobná data a je tedy možné vidět, že se výsledná data z hlediska produktivity od sebe nijak zásadně v přesnosti neliší. Z obrázku vyplývá, že kvalita a výkon je na tom velice dobře. Poměrně nízké číslo vychází na dostupnosti zařízení, a to ve výši 57,9 %. Tato dostupnost je způsobena prostoji, mezi které patří převážně přestavby zařízení, poruchy, opravy a ostatní činnosti, jež je možné vidět v předchozích analýzách.





Obrázek 28 – Výstup z LMS softwaru (Interní zdroje)

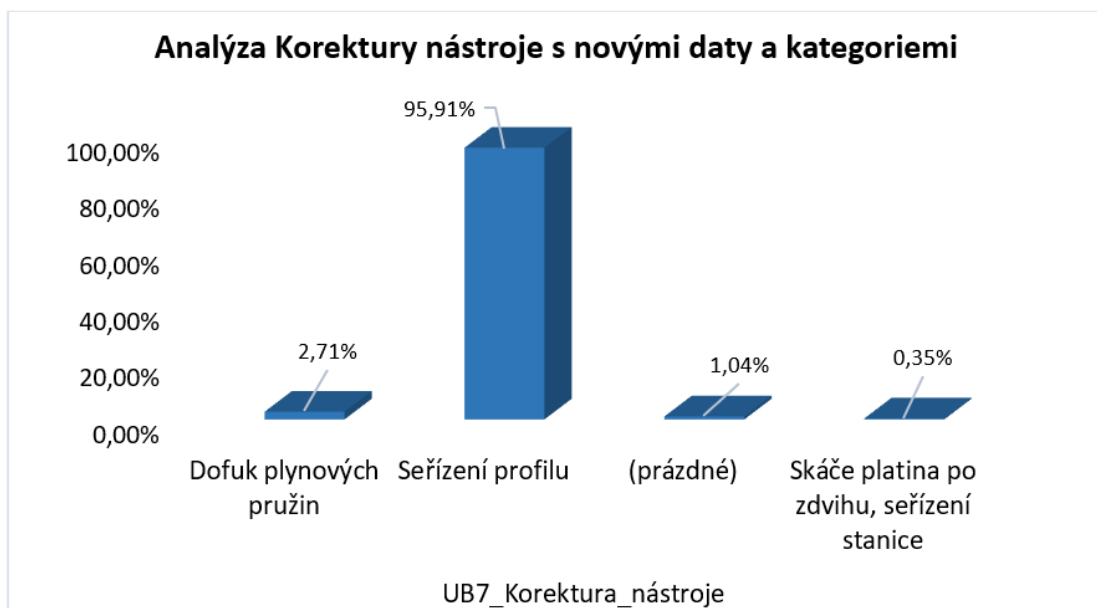
Pro přesnější analýzu výsledného OEE byl vypracován graf znázorňující výši OEE v závislosti na ranní a noční směně. Přičemž cíl společnosti z hlediska OEE na lisovně je **63 %**. Překvapivě vyšlo OEE na noční směně nepatrně vyšší než na směně ranní, ale jen o necelé 1 %. Data pro tento graf jsou ze stejného období, kdy bylo vyhodnocováno OEE na obrázku výše.



Graf 8 – Analýza průměrného OEE podle směn (Vlastní zpracování)

### 11.4.5.3 Analýza UB7\_Korektura nástroje

Na následujícím grafu je možné vidět všechny podkategorie, které byly nově zařazeny do kategorie UB7\_Korektura nástroje. Nejvýznamnější podkategorií z hlediska podílu je seřízení profilu s 96 %. Dofoukání plynových pružin se v dané kategorii podílelo necelými 3 %, přičemž ostatní činnosti jsou svým podílem poměrně nepatrné. Oblast „prázdné“ vyjadřuje nevyplněnou podkategorii ve směnovém sešitu.



Graf 9 – Analýza Korektury nástroje s novými daty (Vlastní zpracování)

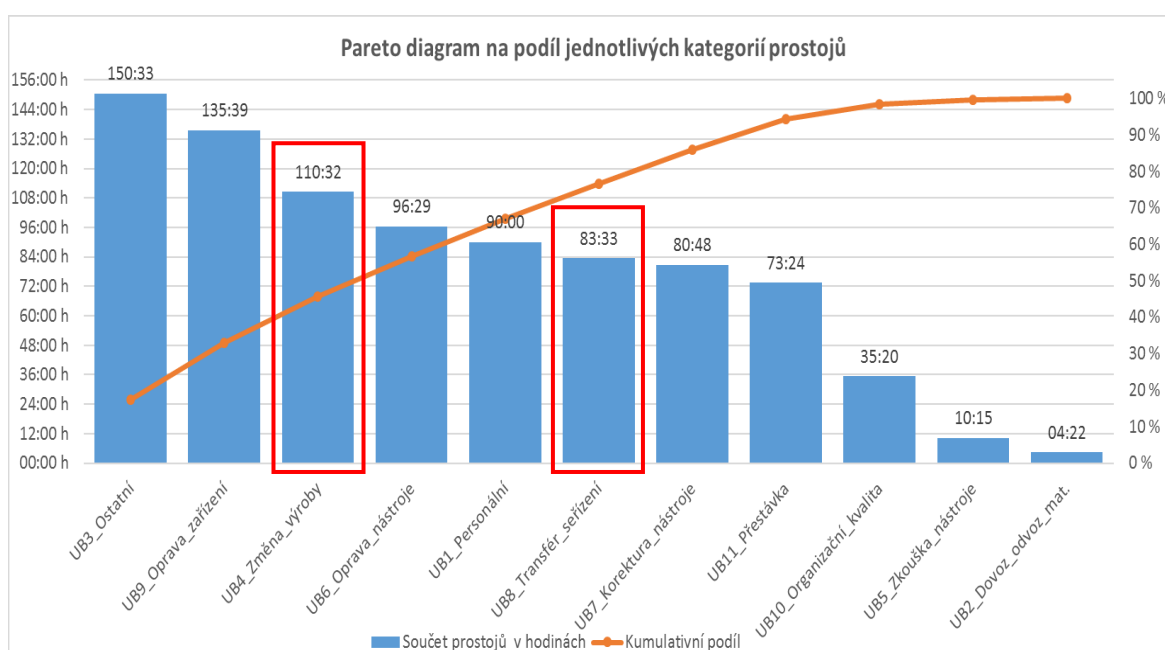
### 11.4.6 Analýza pomocí Pareto diagramu

Pro zjištění nejvýznamnějších prostojů z hlediska času se využila data sbíraná po implementaci změn v monitorování v celkovém rozsahu 4 měsíců, a to od 17. 5. 2017 do 17. 9. 2017. Tato analýza se použila pro ověření správnosti cílů druhé části projektu. Graf číslo 10 se následně využije pro ověření, zda námi zvolené kategorie na začátku projektu mají po implementaci změn v monitorování stále poměrně významný podíl.

#### Pareto analýza dle jednotlivých kategorií

Pareto diagram nám ukazuje podíl jednotlivých kategorií prostojů k celkovým prostojům. Jako nejvýznamnější oblast prostojů byla kategorie **UB3\_Ostatní**, ale v této oblasti jsou většinou rutinní činnosti, které by se těžce snižovaly. Mezi tyto činnosti patří převážně předání směny včetně denního a týdenního úklidu nebo údržba zařízení. Poté následuje **UB9\_Oprava zařízení**, jenž je vysoká vlivem nečekaných poruch trvajících v některých případech několik hodin až dnů. Třetí nejčetnější kategorií je **UB4\_Změna výroby**, která

byla vybrána do této práce s cílem snížit podkategorii fyzické přestavby o 8 %. Další oblastí z hlediska podílu je **UB6\_Oprava nástroje** a **UB1\_Personální oblast**. Tyto dvě kategorie nebyly vybrány, neboť u personální oblasti není moc možností ke snížení a u opravy nástroje je to dost individuální a závislé na pracovnících nástrojárny. Poté zde spadá kategorie **UB8\_Transfer seřízení**, která byla vybrána vlivem častého seřizování a oprav transferové lišty během produkce. Snížení této kategorie by mohlo mít do budoucna zajímavé výsledky, proto se stanovil cíl na 5% snížení podílu této oblasti. Další oblastí je **UB7\_Korektura nástroje** a **UB11\_Přestávky**. Korektura nástroje byla analyzována v předchozí části práce a Přestávky jsou ze zákona povinné a snížit by šly zavedením záskoku při pauze.

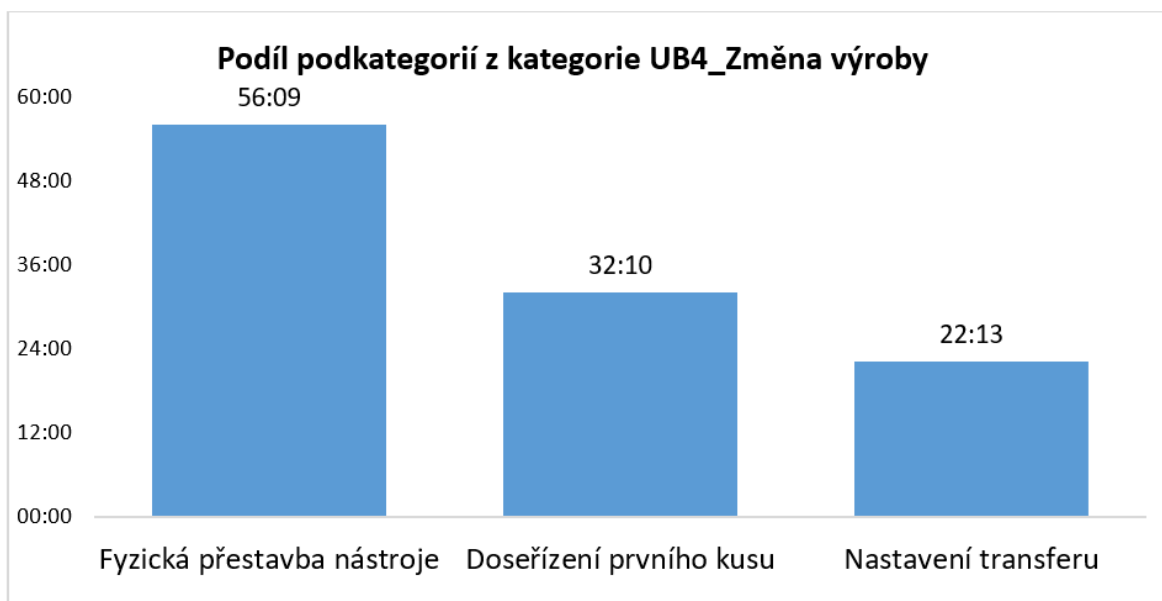


Graf 10 – Pareto diagram na podíl jednotlivých kategorií (Vlastní zpracování)

Tyto námi vybrané kategorie **UB8\_Transfer seřízení** a **UB4\_Změna výroby** mezi sebou úzce souvisejí, neboť při změně výroby se zpravidla mění transferová lišta zajišťující přesun dílu mezi jednotlivými stanicemi postupového lisu. S růstem přestaveb poroste také kategorie Transfer seřízení, jež obsahuje podkategorie doseřízení transferu a drobné opravy transferu během sériové produkce. V součtu tyto dvě kategorie již mají poměrně velký podíl na celkovém času prostojů.

### Oblast UB4\_Změna výroby

Kategorie **UB4\_Změna výroby** se skládá ze tří podkategorií, které je možné vidět na grafu 11. Nejvyšší podíl obsahuje fyzická přestavba nástroje, poté následuje doseřízení prvního kusu. Poslední skupinou prostojů je nastavení transferu, jež bývá ještě před zahájením produkce, na rozdíl od doseřízení transferu během produkce.



Graf 11 – Podíl podkategorií u UB4\_Změna výroby (Vlastní zpracování)

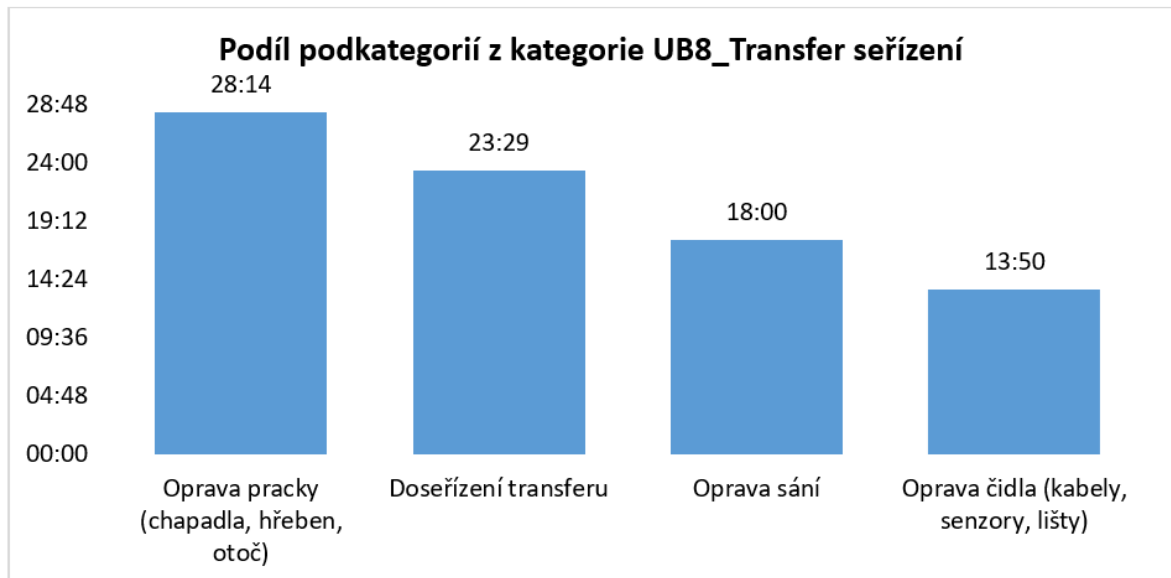
Celkový čas v kategorii změna výroby v rozsahu **4 měsíců** vycházel na 110 hodin a 32 minut, přičemž nejvyšší podíl z této kategorie obsahovala fyzická přestavba s celkovým časem 56 hodin a 9 minut. Při podrobnější analýze počtu fyzických přestaveb za dané období se dospělo k výsledku, že bylo provedeno 37 malých přestaveb a 11 přestaveb velkých, v součtu to vychází na 48 přestaveb. Průměrné časy fyzických přestaveb je možné vidět v následující tabulce.

Tabulka 4 – Průměrné časy fyzických přestaveb za 4 měsíce (Vlastní zpracování)

Typ přestavby	Celkový čas přestavby v hod	Počet přestaveb	Průměrný čas přestaveb v hod
<b>Malá</b>	35:59:00	37	<b>00:58:38</b>
<b>Velká</b>	20:03:00	11	<b>01:49:22</b>

### Oblast UB8\_Transfer seřízení

Na grafu 12 je rozdělení kategorie **UB8\_Transfer seřízení** s celkovým časem 83 hodin a 33 minuty, jež se skládá ze čtyř podkategorií. Nejvýznamnější podkategorií je oprava pracky, následuje doseřízení transferu, oprava sání a oprava čidel. Stejně jako u předchozí Pareto analýzy se jedná o data sbíraná v rozsahu 4 měsíců.



Graf 12 – Podíl podkategorií u UB8\_Transfer seřízení (Vlastní zpracování)

#### 11.4.7 Analýza samotné přestavby

K analýze procesu přestavby došlo na základě pozorování práce operátorů. Na každé směně se činností přestavby účastní dva zaměstnanci. Zpravidla se jedná právě o dva operátory lisu, někdy jsou nazýváni i jako seřizovači, kteří při přestavbě spolupracují. Ve firmě se rozdělují přestavby na velkou a malou lišící se od sebe složitostí a počtem prováděných činností. U obou variant přestavby se nejprve provede fyzická přestavba, poté následuje doseřizení nástroje až po kontrolu prvního dobrého kusu před zahájením sériové výroby. Přičemž se tato analýza bude zabývat převážně fyzickou přestavbou bez doseřizení.

##### 11.4.7.1 Analýza malé přestavby

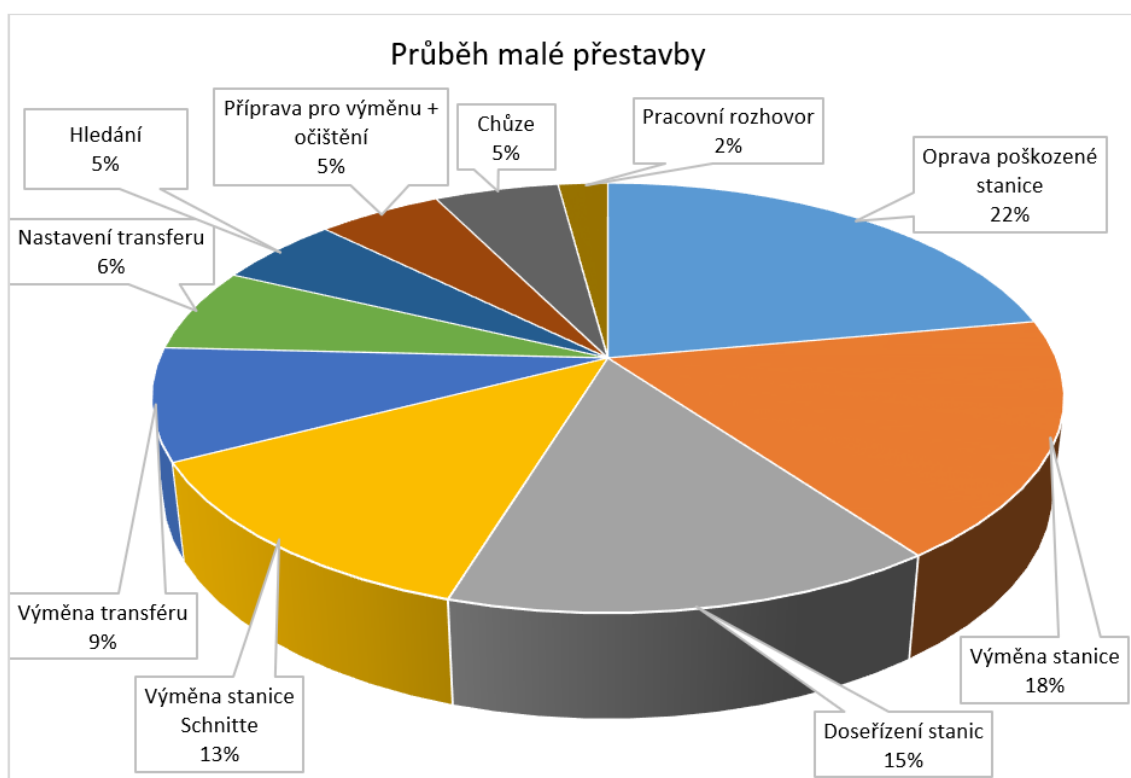
Na následujícím grafu je možné vidět poměr činností týkajících se malé přestavby nástroje. Malá přestavba znamená, že se nemění velký základní nástroj, ale dochází k výměně jen jednotlivých postupových stanic umístěných na základním nástroji. Při této přestavbě se měnily 3 stanice včetně jedné stanice stříhu a ořezu (Schnitte). Malá přestavba zobrazená v tabulce a grafu níže trvala 1 hodinu a 35 minut. Přičemž 1 hodinu a 15 minut trvala fyzická přestavba zařízení a následné doseřizení trvalo 20 minut.

Tento čas fyzické přestavby je možné porovnat s tabulkou 4, kde lze vidět poměrně velký rozdíl u času malé fyzické přestavby ve výši 16 minut. To je zapříčiněno nutnou opravou jedné stanice, která byla poslána na nástrojárnu, což trvalo 21 minut. Čas přestavby je také ovlivněn podle počtu výměnných stanic, někdy se mění jedna, dvě, nebo tři postupové stanice, přičemž při této přestavbě to byly tři stanice.

Tabulka 5 – Činnosti malé přestavby (Vlastní zpracování)

Činnosti přestavby	Součet časů v hod	Podíl v %	Typ
Oprava poškozené stanice	0:21	22,11 %	<b>Eliminuj</b>
Výměna stanice	0:17	17,89 %	<b>Eliminuj</b>
Doseřizení stanic	0:14	14,74 %	Interní
Výměna stanice Schnitte	0:12	12,63 %	Interní
Výměna transferu	0:08	8,42 %	Interní
Nastavení transferu	0:06	6,32 %	Interní
Hledání	0:05	5,26 %	<b>Eliminuj</b>
Příprava pro výměnu + očištění	0:05	5,26 %	Interní
Chůze	0:05	5,26 %	<b>Eliminuj</b>
Pracovní rozhovor	0:02	2,11 %	Interní
<b>Celkový čas přestavby</b>	<b>1:35</b>	<b>100,00 %</b>	
<b>Celkový čas fyzické přestavby</b>	<b>1:15</b>	<b>78,95 %</b>	

Nejdéle trávající činností byla oprava stanice, kde musela být stanice vyjmuta ze zařízení a přesunuta na nástrojárnu k opravě. Bez tohoto prostoje by fyzická přestavba trvala necelou hodinu. Další poměrně významnou skupinou je výměna tří postupových stanic, které se mění vysokozdvizným vozíkem. Následuje doseřizení stanic, výměna stanice Schnitte, výměna a nastavení transferu. Poté zde jsou méně významné činnosti zabírající méně než 5 minut.



Graf 13 – Procentuální podíl činností u malé přestavby (Vlastní zpracování)

### 11.4.7.2 Analýza velké přestavby

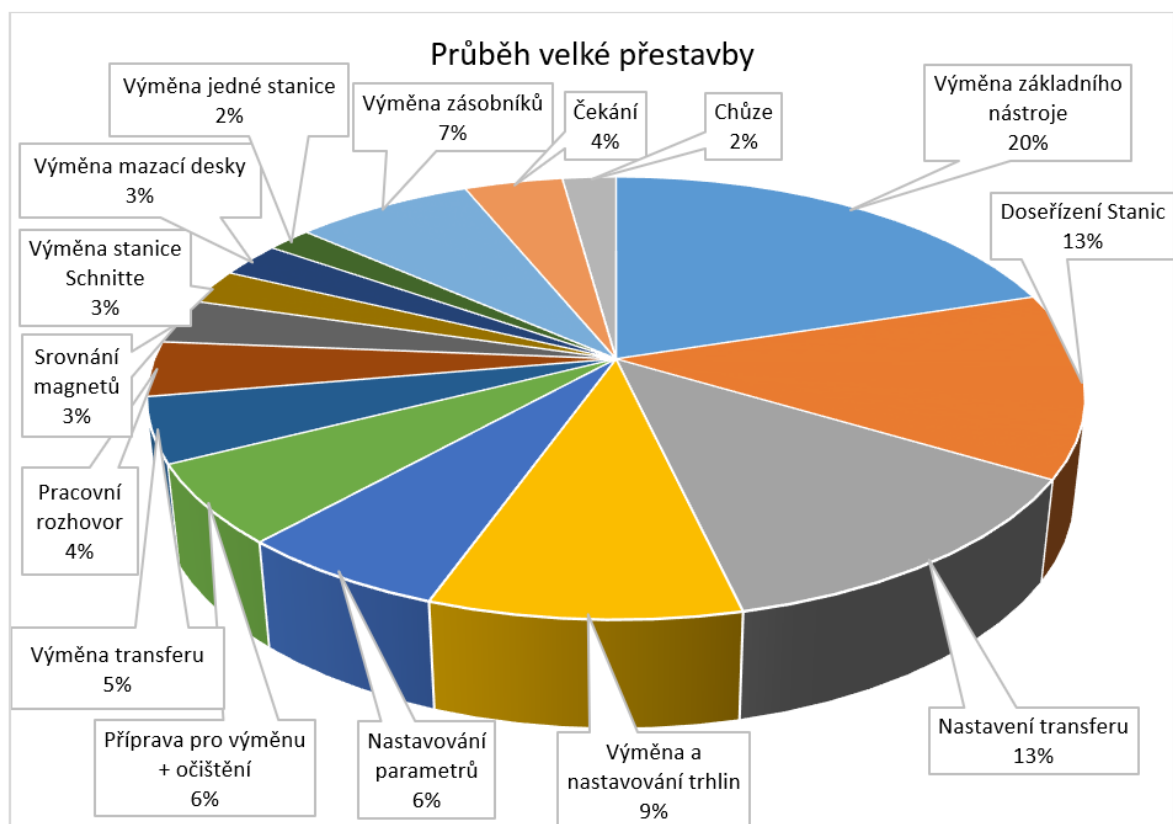
Na následujícím grafu a tabulce je možné vidět poměr jednotlivých činností týkajících se velké přestavby. U této přestavby se jednalo o výměnu základního nástroje, stanice stříhu a ořezu a jedné postupové stanice uvnitř základního nástroje. Dále se měnila transferová lišta, mazací deska, došlo i k výměně zásobníku pro platiny a úpravě zařízení pro kontrolu trhlín. Mazací deska představuje horní a spodní část, přičemž u každé jsou 2 šrouby potřebné k povolení a opětovnému utažení pomocí imbusového klíče.

Celkový čas přestavby byl 4 hodiny a 34 minut, z toho fyzická přestavba trvala 2 hodiny a 47 minut. Při porovnání s tabulkou 4 značí průměrné časy v rozsahu 4 měsíců je tento rozdíl hodně vysoký. V průměru vychází čas velké přestavby na **ne celé 2 hodiny** a tento čas vycházel na **2 hodiny a 47 minut**, rozdíl tedy činí skoro **50 minut**. Tento rozdíl je způsoben nastavováním trhlín, jež se mění poměrně málo a výměnou zásobníků nastávající tak v 1/3 přestaveb.

Tabulka 6 – Činnosti velké přestavby (Vlastní zpracování)

Činnosti přestavby	Součet časů v hod	Podíl v %	Typ
Výměna základního nástroje	0:55	20,07 %	Interní
Doseřízení stanic	0:37	13,50 %	Interní
Nastavení transferu	0:35	12,77 %	Interní
Výměna a nastavování kontroly trhlín	0:25	9,12 %	Interní
Nastavování parametrů	0:17	6,20 %	Interní
Příprava pro výměnu + očištění	0:16	5,84 %	Interní
Výměna transferu	0:13	4,74 %	Interní
Pracovní rozhovor	0:11	4,01 %	Interní
Srovnání magnetů	0:09	3,28 %	Interní
Výměna stanice Schmitte	0:07	2,55 %	Interní
Výměna mazací desky	0:07	2,55 %	Interní
Výměna postupové stanice (jedné)	0:05	1,82 %	<b>Eliminuj</b>
Výměna zásobníků při změně varianty	0:20	7,30 %	<b>Eliminuj</b>
Čekání	0:11	4,01 %	<b>Eliminuj</b>
Chůze	0:06	2,19 %	<b>Eliminuj</b>
<b>Celkový čas přestavby</b>	<b>4:34</b>	<b>100,00 %</b>	
<b>Celkový čas fyzické přestavby</b>	<b>2:47</b>	<b>60,95 %</b>	

Nejdéle trvající činností byla výměna základního nástroje s délkou skoro 1 hodiny, poté následovaly činnosti doseřízení stanic s 37 minutami a nastavení transferu s 35 minutami. Dále zde svým podílem patřilo nastavení zařízení pro kontrolu trhlin, které se nachází přímo za procesem lisování. K této úpravě dochází jen v případě, že se mění horní šina za spodní šinu a naopak. Po této činnosti zde bylo nastavení parametrů pro samotný proces lisování na panelu lisu a příprava výroby obsahující převážně očištění základního nástroje a jednotlivých stanic od oleje a nečistot. Poté následují méně významné činnosti, které zabírají méně než 15 minut.

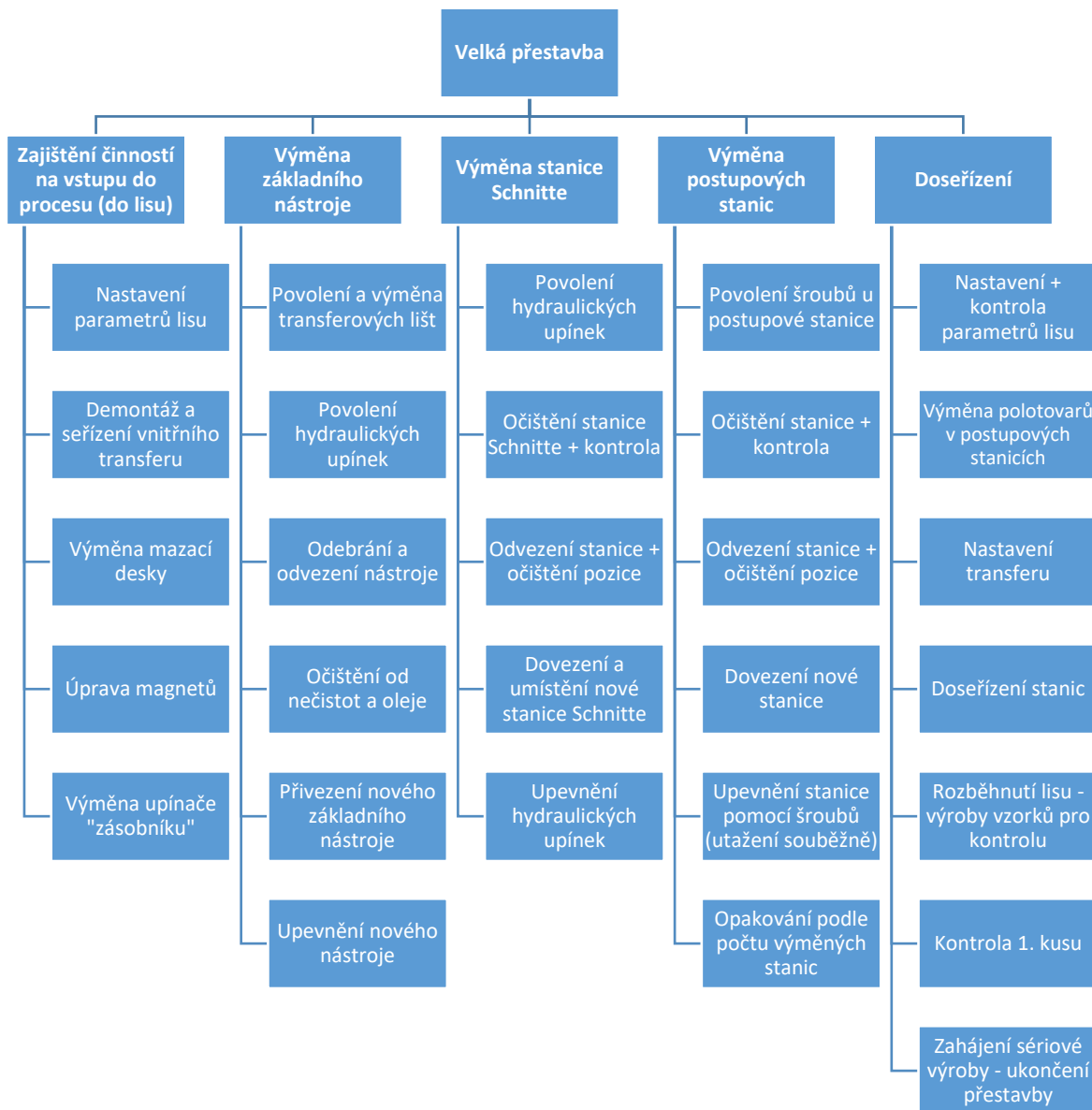


Graf 14 – Procentuální podíl činností u velké přestavby (Vlastní zpracování)



11.4.7.3 Postup velké přestavby lisu

Na následujícím obrázku je možné vidět postup velké přestavby. Tento postup se rozdělil do pěti hlavních oblastí, jež se dále člení na jednotlivé činnosti realizované v těchto oblastech. Mezi hlavní oblasti patří zajištění činností na vstupu do procesu (do lisu), výměna základního nástroje, výměna stanice Schnitte, výměna postupových stanic a samotné dosažení.



Obrázek 29 – Činnosti velké přestavby (Vlastní zpracování)

## 11.5 „I“ – Improve (návrhy na zlepšení)

Tato oblast je rozdělena na dvě hlavní části. První z nich se týká návrhů pro zefektivnění výroby na lisovně, přičemž druhá část se bude zabývat vývojem a implementací nového softwaru (MES) pro monitorování a automatické plánování výroby. Tento software bude vycházet z kategorií a podkategorií definovaných v předchozí části práce, jež jsou stanoveny v novém směnovém sešitě.

### 11.5.1 Návrhy pro zefektivnění výroby

Na základě provedených analýz, které jsou součástí této práce, se stanovily návrhy na zefektivnění výroby v uvedené podobě. První z návrhů se týká změny činnosti fyzické přestavby a opětovného doseřizení transferu, kde patří návrh nového pojízdného vozíku, upínače „zásobníku“, nastavovacího přípravku (kovové tyče) a také ostatní návrhy. Poté bude následovat vytvoření návodu na přestavbu při změně varianty. Po vypracování návodu a proškolení operátorů přijde na řadu tvorba matrixu času přestaveb, kde bude uvedeno, jak dlouho budou trvat jednotlivé přestavby. Tyto časy se určí na základě složitosti přestavby.

Snižování času přestaveb je velice důležité, neboť se do budoucna plánuje snižovat velikost výrobních dávek, což vyústí ve zvýšení počtu potřebných přestaveb.

#### *11.5.1.1 Návrh nového pojízdného vozíku – pro zkrácení přestavby*

První z návrhů má za cíl **snížit využití vysokozdvížných vozíků** při transportu jednotlivých postupových stanic nástroje. V současné době se každá stanice vozí na vysokozdvížném vozíku tímto způsobem. Nejprve se naloží a odveze původní stanice do stanoveného místa v regálu a poté se naloží a doveze nová stanice k lisu. Následně se postupová stanice umístí vysokozdvížným vozíkem do správné pozice v lisu. Toto umístění bývá poměrně náročné, jelikož se nástroj musí přesně umístit ve všech osách (horizontální i vertikální). Je to velmi rizikové a také nebezpečné, neboť vidle nejsou na vysokozdvížném vozíku nijak speciálně upravené pro manipulaci se stanicí. Vlivem chyby či nepozornosti operátora může dojít k pracovnímu úrazu, případně poničení stanice.

Toto využití vysokozdvížných vozíků by se dalo eliminovat návrhem a následným vyrobením **dvou pojízdných vozíků**, které by sloužily k přesunu jednotlivých postupových stanic. Pro tento návrh je potřeba nalézt i vhodné místo na lisovně, kde by stačilo uvolnit jednu pozici ve stávajícím regálu s tím, že by se upravila výška dané pozice na 93 cm, aby byla stejně vysoká jako vozík. Místo může vzniknout přemístěním nástrojů, jež se

v současné době již nepoužívají. Jednoduché naložení a vyložení stanice budou umožňovat kovové dopravníky umístěné na nové pozici v regálu.



Obrázek 30 – Současná výměna postupové stanice (Vlastní zpracování)

### Design navrhovaného pojízdného vozíku

Parametry navrhovaného vozíku:

- výška vozíku je 93 cm;
- šířka dopravníku je 50 cm;
- délka dopravníku je 60 cm + nástavba 60 cm (prodloužení vozíku).

Prodloužení vozíku z jedné strany umožní jednoduché umístění stanice do lisu. Na horní části budou kovové válcovité dopravníky pro jednodušší naložení a vyložení nástroje s páčkou, která tyto dopravníky zabrzdí při přepravě.



Obrázek 31 – Ukázka vozíku pro odvoz stanic (Vlastní zpracování)

### **Princip přestavby s využitím navrhovaného vozíku**

Před samotným odstavením lisu si operátor pomocí vysoko zdvižného vozíku nachystá všechny postupové stanice do místa určeného k přípravě (uvolněná pozice v regálu s požadovanou výškou). Poté si naloží jednu ze stanic na navržený vozík a doveze ji do blízkosti lisu. Druhý vozík bude mít prázdný a umístěný u lisu sloužící pro naložení a odebrání původní stanice z lisu. Celé přestavby se účastní dva operátoři, kteří mohou společně manipulovat s vozíkem z důvodu vysoké hmotnosti stanice. Po těchto přípravných krocích dojde k zastavení lisu a uvolnění původní stanice operátory. Poté společně naloží a odvezou původní stanici na stanovené místo pro přípravu a ze stejného místa si operátoři automaticky berou stanici druhou a umístí ji k lisu. Následně společně umístí obě nachystané stanice do lisu, jedna z nich bude umístěna u lisu ještě před odstavením výroby a druhou si společně dovezli před chvilkou. Upevnění stanic probíhá z obou stran lisu (přední i zadní strany lisu). Dále se každá stanice skládá z horní a spodní části, kdy se obě části stanice upevňují postupně pomocí 4 šroubů na každé straně. Počet výměnných stanic závisí na typu přestavby, která se odvíjí od původní a nové varianty. Hmotnost jedné stanice se pohybuje okolo 250 kg.

Při přestavbě se mění i jiné stanice, například stanice stříhu a ořezu (Schnitte) s váhou okolo 2,5 tuny. K transportu a umístění bude využíván vysoko zdvižný vozík, jelikož vysoká hmotnost neumožňuje jiný způsob manipulace.

U velké přestavby se mění také základní nástroj vážící několik tun. Tento nástroj je forma, na které je umístěno 9 postupových stanic, jež se mění v závislosti na vyráběných variantách. Pro manipulaci není možné eliminovat vysoko zdvižný vozík vlivem velikosti a váhy nástroje. Změna jednotlivých postupových stanic na základním nástroji se provádí na základě karet přestavby po samotném upevnění základního nástroje. Tyto karty přestaveb jsou vytvořené pro každou vyráběnou variantu.

Na základě navrhovaného vozíku by se některé činnosti, dříve brány jako interní (prováděné při vypnutém lisu), mohly změnit na externí (nachystané již před ukončením výroby předchozí varianty). Zde se jedná o přípravu první postupové stanice a prázdného vozíku k lisu a také poslední stanice, která může zůstat na vozíku do doby, než dojde k rozběhu výroby. K přemístění by došlo až po zahájení výroby. Dále i nachystání veškerých stanic do uvolněného místa v regálu (přípravné pozice) se stanovenou výškou, tím se eliminuje i možné hledání nepřipravené stanice.

### Finanční analýza navrhovaného vozíku

V tabulkách níže je možné vidět úspory a náklady vyvolané tímto návrhem. Počet výměnných stanic je vypočítán ze dvou měsíců (říjen a listopad roku 2017), pomocí nichž se následně vypočítal průměr. Úspory byly vypočteny na základě pozorování přestaveb a pomocí výpočtů, neboť první stanice se doveze ještě před zastavením lisu a poslední může zůstat na pojízdném vozíku do doby rozběhnutí lisu. Pro výpočet úspor se využily náklady na hodinu lisování u jednoho lisu, jež vycházejí na 6 600 Kč. Celkové náklady byly určeny na základě internetových cen komponentů potřebných pro daný vozík podle internetového obchodu (RS Components Sp, © 2018).

Tabulka 7 – Měsíční úspory za vozík s regálem (Vlastní zpracování)

Popis činnosti – úspory za vozík s pozicí v regálu	Počet/Čas/Částka
Počet vyměněných postupových stanic za 2 měsíce	61 ks
Úspora na 1 vyměněnou stanicí	3 min
Úspora při pořízení 2 vozíků za 2 měsíce	183 min
Úspora v penězích za 2 měsíce (183 min / 60) x 6 600	20 130 Kč
<b>Průměrná měsíční úspora</b>	<b>10 065 Kč</b>

Tabulka 8 – Celkové náklady za vozík s regálem (Vlastní zpracování)

Popis činnosti – náklady za vozík s pozicí v regálu	Částka v Kč
Náklady za pojízdné válce 14 ks (1 270 Kč/ks)	17 780 Kč
Náklady za kolečka 4 ks (500 Kč/ks)	2 000 Kč
Náklady za hliníkové profily 18 m (250 Kč/m)	4 500 Kč
Náklady za spojovací materiál, rukojeti a zarážky	4 500 Kč
Náklady za práci	9 600 Kč
Náklady za 1 pojízdný vozík celkem	38 380 Kč
<b>Náklady za 2 pojízdné vozíky (celkové)</b>	<b>76 760 Kč</b>
Náklady za pojízdné válce na pozici v regálu (12 ks)	15 240 Kč
Náklady na úpravu výšky dané pozice v regálu	3 000 Kč
<b>Náklady na úpravu pozice regálu (celkové)</b>	<b>18 240 Kč</b>
<b>Celkové náklady</b>	<b>95 000 Kč</b>

Tabulka 9 – Návratnost investice vozíku s regálem (Vlastní zpracování)

Popis činnosti – návratnost za vozík s regálem	Částka v Kč/Čas
Průměrné měsíční úspory	10 065 Kč
Náklady celkové za 2 vozíky + úprava regálu	95 000 Kč
<b>Návratnost investice v měsících</b>	<b>9,44 měsíce</b>

Na základě finanční analýzy vyšly celkové náklady na pořízení dvou pojízdných vozíků včetně úpravy pozice regálu na **95 000 Kč**. Přičemž průměrné měsíční úspory vycházejí na

**10 065 Kč.** Tyto úspory se stanovily na základě hodinových nákladů lisu. Při porovnání úspor a nákladů vychází návratnost investic na **9 měsíců a 14 dnů.**

#### *11.5.1.2 Návrh nového upínače „zásobníku“*

Pro snížení času přestavby vznikl návrh na změnu upínače, jež se nachází před samotným procesem lisování a slouží jako zásobník umožňující výměnu ocelového svitku bez zastavení lisu. Tyto zásobníky jsou umístěné na otočné části ve třech kusech, do nichž se ukládají nařezané ocelové díly (platiny) za využití automatického robota.

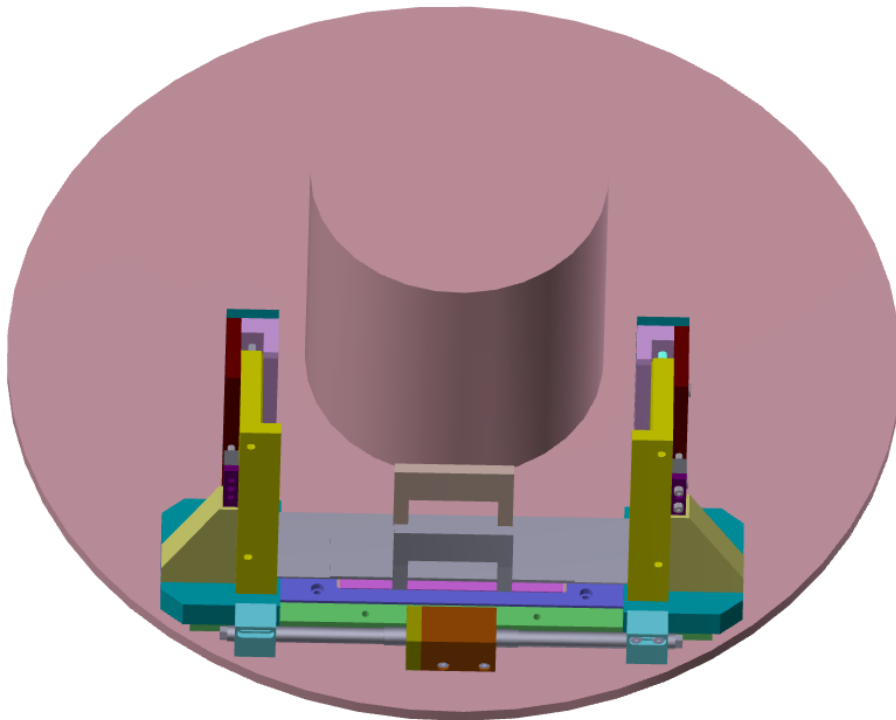
V současné době jsou tyto „zásobníky“ vytvořené tak, že při přestavbě obsahující změnu velikosti platiny je nezbytné všechny tři zásobníky demontovat a namontovat zde jiné určené pro danou variantu. K této výměně dochází při změně výroby z horní na spodní šínu, či opačně. Původní zásobníky je možné vidět na obrázku 32. Tento zásobník se skládá ze dvou částí, kde u každé části jsou 2 šrouby pro povolení a utažení. Na jeden zásobník je nezbytné povolit a utáhnout celkem 8 šroubů (demontáž a montáž). Celkový počet šroubů při jedné výměně (třech zásobníků) vychází na 24 šroubů.



Obrázek 32 – Současné upínače „zásobníky“ (Vlastní zpracování)

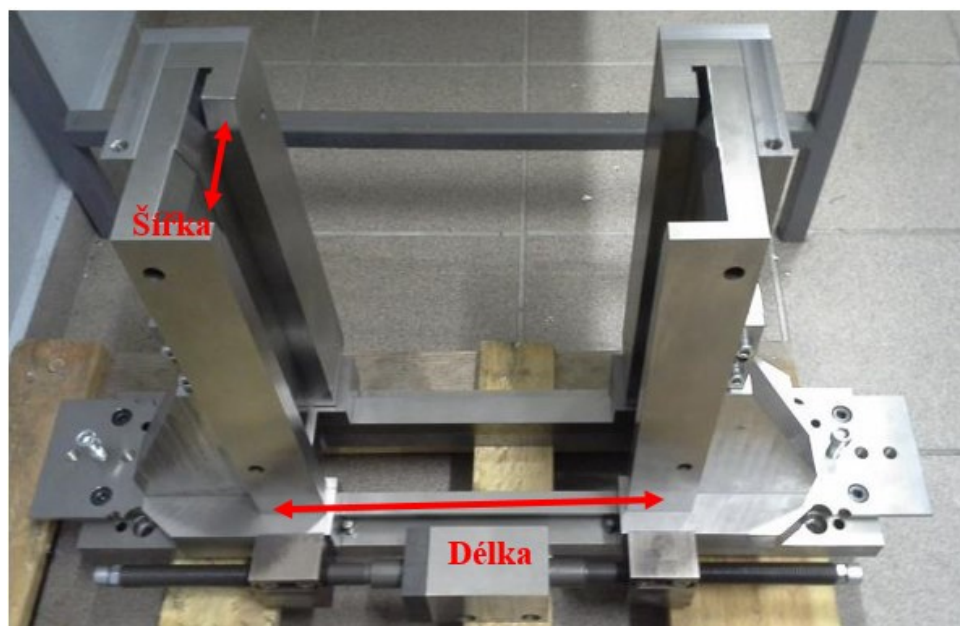
Návrh spočívá v tom, že by se objednaly tři nové upínače, které by byly univerzální a nemusely by se při přestavbě demontovat. Pomocí imbusových klíčů, případně Aku vrtačky by se jen upravovala šířka a případně délka na základě potřeb jednotlivých variant. Ukázku nových zásobníků je možné vidět na obrázku 33 a 34. Díky tomuto návrhu by se uspořil čas na přestavbu o **10 minut**, ale jen u přestavb, kde se provádí samotná výměna daného zásobníku. Tímto návrhem se také zlepší ergonomická zátěž na pracovníka, neboť v současné době se musí všechny tři zásobníky vymontovat a odnést, následně donést nové a ty upevnit.

Na obrázku 33 je možné vidět 3D model navrhovaného upínače (zásobníku). Tento zásobník lze jednoduše pomocí imbusových klíčů upravovat bez nutnosti samotné demontáže.



Obrázek 33 – Nový zásobník ve 3D modelu (Interní zdroje)

Na obrázku 34 je rozsah nového zásobníku následující: šířka (80 mm až 120 mm) a délka (320 mm až 500 mm).



Obrázek 34 – Nově vyrobený zásobník (Vlastní zpracování)

**Finanční analýza návrhu nového upínače „zásobníku“**

Pro výpočet úspor se vzalo období ve výši dvou měsíců (říjen a listopad roku 2017). Z daného období se spočítal celkový počet přestaveb a počet, při kterém dochází k výměně zásobníku. Na základě pozorování a zkušeností se určil průměrný čas úspor, jenž se převedl na hodiny a následně vynásobil náklady na hodinu provozu lisu. Poslední část se týkala návratnosti investic, kdy se náklady na samotné pořízení zásobníku podělily úsporami.

Tabulka 10 – Průměrný počet přestaveb za 2 měsíce (Vlastní zpracování)

Popis činnosti – počet přestaveb za 2 měsíce	Počet přestaveb
Počet přestaveb s výměnou zásobníku	16 krát
Počet přestaveb bez výměny zásobníku	30 krát
<b>Celkový počet přestaveb za 2 měsíce</b>	<b>46 krát</b>

Tabulka 11 – Návratnost investice upínače (Vlastní zpracování)

Popis činnosti – náklady, úspory, návratnost	Částka/Čas
<b>Pořizovací náklady na 3 ks nových zásobníků</b>	<b>105 000 Kč</b>
Úspory při přestavbě s výměnou zásobníku	10 min
Celkové úspory při přestavbách (16 x 10 min)	160 min
Průměrné náklady na hodinu u lisu	6 600 Kč
Úspory u zásobníků za 2 měsíce (160 min / 60) x 6 600	17 600 Kč
<b>Průměrné úspory za měsíc</b>	<b>8 800 Kč</b>
<b>Návratnost investice v měsících</b>	<b>11,93 měsíce</b>

Návratnost investic vychází na necelých **12 měsících**. Přičemž celkové náklady na 3 upínáky (zásobníky) vycházejí na 105 000 Kč. Tato cena byla zjištěna na základě cenové nabídky stanovené určitou společností.

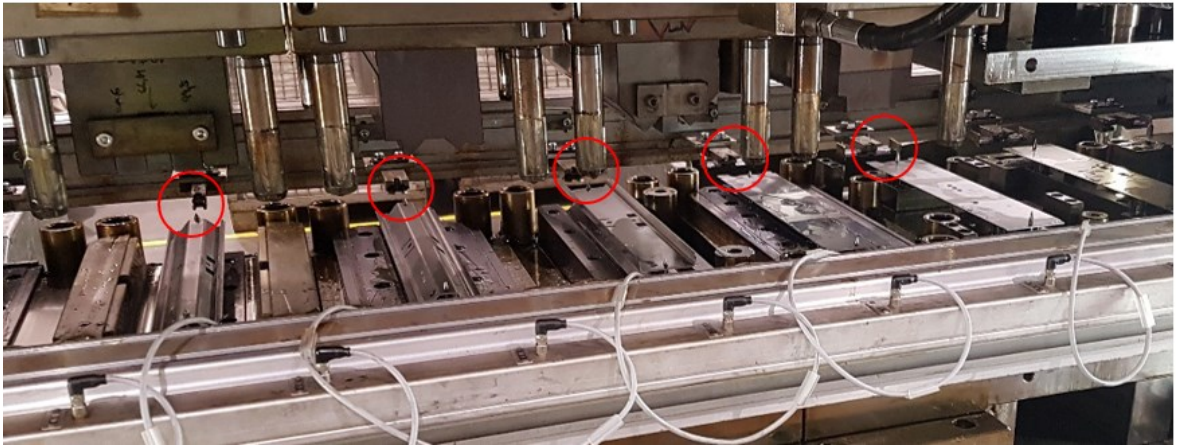
**11.5.1.3 Návrh nastavovacího přípravku (kovové tyče) pro doseřizení**

Na základě analýzy jednotlivých přestaveb se dospělo k názoru, že poměrně dlouhý čas je potřebný pro doseřizení transferové lišty během sériové produkce. Tento čas by bylo možné eliminovat přesným nastavením transferových lišt během přestaveb, a to za pomoci nastavovacího přípravku, jak je možné vidět na obrázku 38.

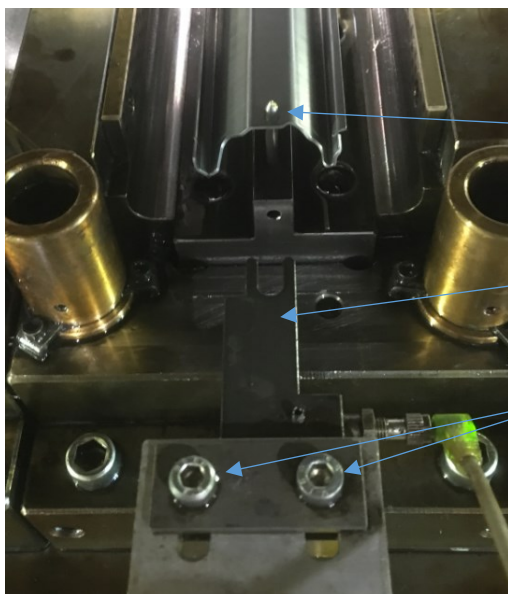
U specifických sériových produkcí (horních šín) by se při nasazení transferové liště povolily šrouby chapadel transferu imbusovým klíčem. Na každém chapadle transferu jsou 2 šrouby. Poté dojde k umístění kovové tyče, kdy doseřizení bude probíhat tímto způsobem. Kovová tyč se nasune na hrot (centrovací kolík na nástroji), který je možné vidět na obrázcích 35,36,37, tak aby byla kolmo vzhůru. Poté se přisune chapadlo transferové lišty na doraz ke



kovové tyči a následně dojde k utažení šroubů. Tato činnost se opakuje u všech chapadel transferu zvláště – celkem 16 chapadel. Cílem je mít všechna chapadla ve stejné rovině, čímž se zajistí přesné nastavení celého transferu. Tento přípravek eliminuje dodatečné doseřizení během produkce a také zjednoduší operátorům nastavení transferu při přestavbě zařízení. V současné době se toto doseřizení provádí na základě zkušeností operátorů bez využití pomůcek.



Obrázek 35 – Ukázka chapadel a hrotů transferové lišty (Vlastní zpracování)

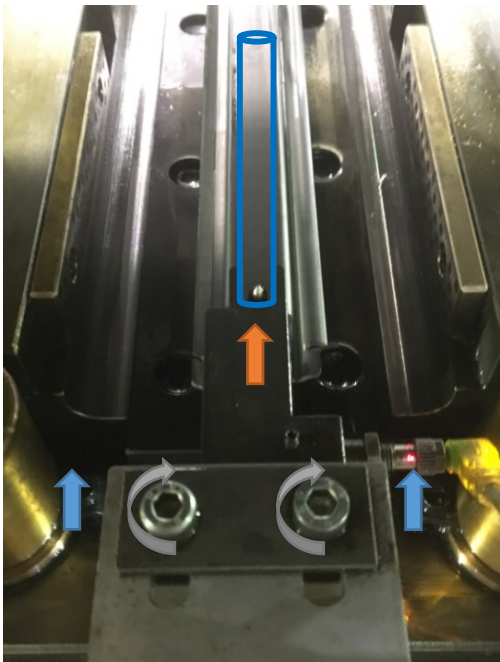






Centrovací kolík na lisovacím nástroji

Chapadlo transferu

Šrouby chapadla transferu - povolené

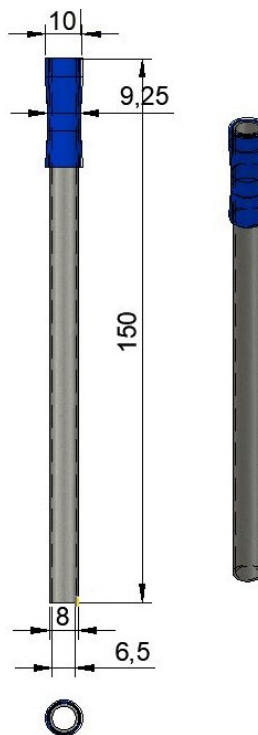
Obrázek 36 – Ukázka chapadla transferu před seřizováním (Vlastní zpracování)



1. Uzavření transferu = najetí do nástroje 
2. Vložení nastavovacího přípravku na centrovací kolík nástroje 
3. Přiražení chapadla na doraz nastavovacího přípravku 
4. Utažení dvou šroubů chapadla 

Obrázek 37 – Simulace seřízení chapadla s přípravkem (Vlastní zpracování)

Na obrázku 38 je možné vidět tvar a rozměry kovové tyče (v milimetrech) určené pro nastavení transferové lišty. Na horní části je gumová rukojeť umožňující lepší uchopení tyče operátorem. Tato tyč je dutá s rozměry vhodnými pro jednoduché umístění tyče na centrovací kolík a vyrovnání chapadla transferu.



Obrázek 38 – Návrh nastavovacího přípravku (Vlastní zpracování)

### Finanční analýza návrhu kovové tyče

Úspory byly vyčísleny na základě zkušeností projektového týmu a pozorováním operátorů. Neboť u těchto specifických přestaveb, kde se seřizuje transfer tímto způsobem, většinou nastal prostoj ve formě opětovného doseřízení, jež v průměru vychází na 15 minut.

Tabulka 12 – Úspory u návrhu kovové tyče (Vlastní zpracování)

Popis činnosti – úspory kovové tyče	Čas/Počet
Úspory u seřízení transferu při 1 přestavbě (namísto doseřizování během sériové produkce)	15 min
Počet specifických sériových přestaveb za 1 měsíc	3 krát
Celkové úspory za měsíc (3 x 15 min)	45 min

Tabulka 13 – Návrh investice kovové tyče (Vlastní zpracování)

Popis činnosti – náklady, úspory a návratnost	Částka/Čas
<b>Pořizovací náklady na 2 ks nastavovacích přípravků</b>	<b>4 000 Kč</b>
Průměrné náklady na hodinovou výrobu lisu	6 600 Kč
Úspory kovových tyčí za 1 měsíce (45 min / 60) x 6 600	4 950 Kč
<b>Návratnost investice v měsících</b>	<b>0,808 měsíce</b>

Návratnost investice vychází na necelý měsíc, přesně 25 dní, neboť nakoupení dvou kovových tyčí je nepatrná investice. Cena tyčí byla stanovena na základě cenové nabídky jedné společnosti.

#### 11.5.1.4 Ostatní návrhy na změnu přestavby

Na základě pozorování a analýz fyzických přestaveb byly odhaleny případné činnosti, které by bylo možné provádět efektivněji. Mezi tyto činnosti patří:

- Nachystání potřebného náradí do místa potřeby před zastavením stroje (eliminace chůze i hledání).
- Přivezení mazacích desek umístěných na pojízdném stojanu do místa potřeby (eliminace chůze).
- Nachystání jednotlivých ocelových dílů (polotovarů) k lisu při změně varianty do jednotlivých stanic postupového lisu (eliminace chůze).
- Pořízení dvou imbusových klíčů místo jednoho pro montáž a demontáž transferové lišty k lisu (v současné době si operátoři mezi sebou předávají jeden imbusový klíč, a proto nemohou současně utahovat, nebo povolovat transferovou lištu).

- Vybalancování obou pracovníků tak, aby na sebe zbytečně nečekali a společně čistili jednotlivé stanice včetně umístění nových polotovarů do nástroje lisu (většinou před touto činností jeden z pracovníků odjel na vysokozdvížném vozíku).
- Přidání práce současnému předákovi směny, a to kontrolu transferových lišt. Neboť v současné době se obvykle stává, že po upevnění transferu k lisu se objeví problém (ulomená část transferu, nebo chybějící část) s tím, že transfer se musí opět demontovat a opravit, přičemž lis nevyrobí a vzniká prostoj. Tím, že se využije současný pracovník, jsou náklady tohoto návrhu nulové. Tento pracovník bude mít zodpovědnost za stav transferových lišt a vždy bude provádět kontrolu podle plánu výroby (následující vyráběné varianty).

#### ***11.5.1.5 Tvorba pracovního návodu na přestavbu***

Návod na přestavbu lisu byl vypracován za účelem popisu činností přestavby zařízení, protože v současné době žádný návod na tuto činnost nebyl k dispozici. Přestavba zařízení se před zavedením návodu prováděla na základě zkušeností jednotlivých operátorů a pomocí vzájemné komunikace mezi sebou. To je jeden z důvodů, proč každý z operátorů provádí přestavbu trochu jiným způsobem (v jiném pořadí).

Tento návod se nejprve rozdělil do **tří hlavních oblastí**, kde patří:

- demontáž a montáž základního střížného nástroje;
- demontáž a montáž střížné vložky nástroje;
- demontáž a montáž výměnných stanic základního nástroje.

Po rozdělení následovalo určení činností nezbytných pro výměnu jednotlivých nástrojů. Tyto činnosti se určily na základě zkušeností členů projektového týmu a pozorováním jednotlivých operátorů při samotných přestavbách zařízení. Tento pracovní návod obsahuje činnosti týkající se velké i malé přestavby rozdělené podle složitosti.

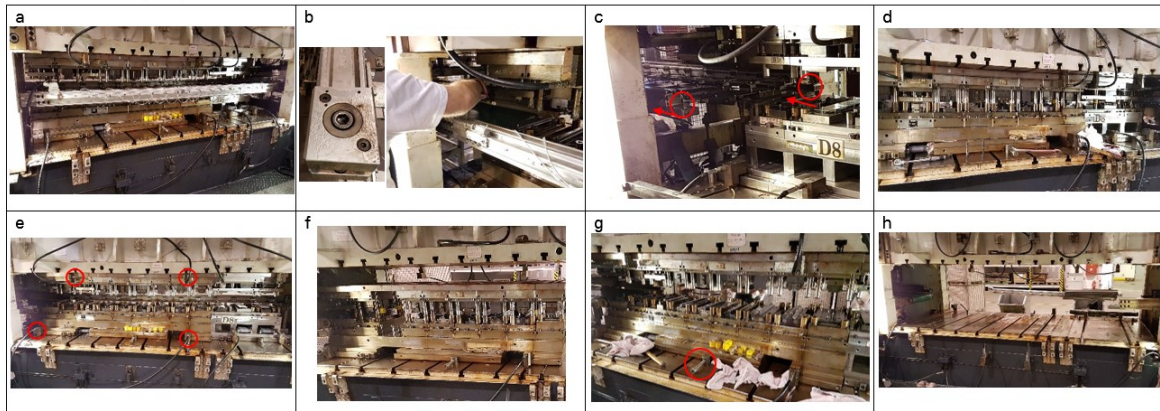
Když se provádí velká přestavba, tak se jedná o činnosti ze všech třech oblastí. V případě malé přestavby jsou obsaženy činnosti z druhé a třetí části (výměna střížné vložky a výměnných postupových stanic, bez výměny základního nástroje).

Na následujících dvou obrázcích je možné vidět demontáž a montáž základního střížného nástroje. Jedná se o první oblast ze tří pracovních návodů. Cílem těchto pracovních návodů je vytvořit jednoduchý postup v rozsahu několika stran.

## Pracovní postup pro práci s lisovacími nástroji

### 1.1. Demontáž základního střížného nástroje do lisu

- po posledním zdvihu lisu očistit a zkontrolovat nástroj (v případě závady označit červeným lístkem – na opravu)
- demontáž ramen transferu a do nástroje vložit dorazové kostky
- zajet s předním/zadním transferem mimo prostor pro vmontování
- v režimu č. 1 (ruční) a se zapnutým klíčem výměna nástroje sjet s beranem lisu dolů, až na dorazové kostky
- povolit horní a spodní hydraulické upínky a vytáhnout je na stojany pro ně určené
- vyjet s beranem lisu nahoru
- odjistit zajišťovací doraz a zvednout válečkové bloky pro manipulaci při vytažování nástroje ze stolu lisu
- po vytáhnutí nástroje řádně očistit stůl

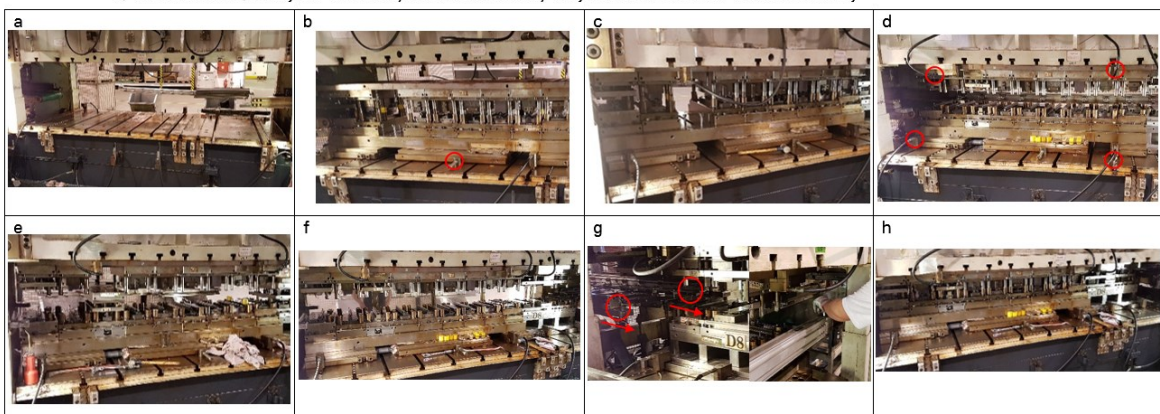


Obrázek 39 – Pracovní návod demontáže zákl. nástroje (Vlastní zpracování)

## Pracovní postup pro práci s lisovacími nástroji

### 1.2. Montáž základního střížného nástroje do lisu

- před vložením nástroje řádně očistit stůl
- vložit nástroj, zajistit zajišťovací doraz a sjet válečkové bloky
- v režimu č. 1 (ruční) a se zapnutým klíčem výměna nástroje sjet s beranem lisu dolů na dorazové kostky
- vložit horní a spodní hydraulické upínky na dané pozice na nástroji a sepnout
- vyjet s beranem lisu nahoru
- odebrat všechny dorazové kostky
- vjet s předním/zadním transferem do prostoru a namontovat ramena transferu
- zkontrolovat, zda jsou odebrány dorazové kostky a sjet s beranem lisu dolů na nástroj



Obrázek 40 – Pracovní návod montáže zákl. nástroje (Vlastní zpracování)

#### 11.5.1.6 Tvorba Matrixu pro určení potřebného času na přestavbu

Tento matrix je třeba vypracovat tak, aby znázorňoval úplně všechny typy přestaveb z jakékoli vyráběné varianty. Tyto časy se stanoví pozorováním operátorů a pomocí zkušeností členů projektového týmu. Celkový čas fyzické přestavby se skládá z časů jednotlivých

činností obsažených v daném typu přestavby. Pro provádění činností ve stejném pořadí byl vypracován návod, který je popsán výše.

Matrix je koncipován na základě složitosti přestaveb dle jednotlivých výrobků. Při přestavbě ze stávající na novou variantu se pokaždé provádějí odlišné činnosti, které jsou zohledněny v daném matrixu.

Někdy se vyměňuje celý nástroj s úpravou několika postupových stanic, stanice stříhu a ořezu, případně změny transferu – této změně se říká velká přestavba. Velká přestavba obvykle zahrnuje změnu typu ocelového svitku, případně úpravu mazacích desek a magnetů.

Jindy se mění pouze několik postupových stanic s transferovou lištou, přičemž základní nástroj, ocelový svitek, magnety a mazací deska zůstávají totožné – tato činnost je nazývána jako malá přestavba.

Tento matrix je založen na stanovení času nutného pro výměnu základního nástroje a času potřebného k výměně jedné stanice. Dále se určí čas na výměnu transferové lišty, čas pro změnu stanice stříhu a ořezu (Schnitte), viz tabulka 14. Po stanovení těchto časů se bude výsledný čas fyzické přestavby rovnat součtu jednotlivých časů obsažených právě v této přestavbě. Po provedení fyzické přestavby následuje doseřízení, které se mezi sebou značně liší, z toho důvodu se tento matrix bude týkat jen fyzické přestavby.

Tabulka 14 – Časy pro tvorbu matrixu přestaveb (Vlastní zpracování)

Jednotlivé činnosti přestavby	Časy
Výměna základního nástroje	60 min
Výměna střižné stanice (Schnitte)	15 min
Výměna jednotlivých postupových stanic	5 min
Otočení jednotlivých postupových stanic	5 min
Seřízení Schieberu (přesunutí ohybového elementu ve stanici)	3 min
Přehození čepu (montáž / demontáž ohybového elementu)	5 min
Stanice 4 výměnné lišty (výměna ohybové lišty ve stanici)	5 min
Přehození razníků (montáž / demontáž střižného elementu – velice málo)	5 min

Po seznámení zaměstnanců s pracovním návodem a matrixem časů přestaveb se budou kontrolovat časy přestaveb u jednotlivých variant a v případě překročení stanoveného času bude operátor nucen zdůvodnit překročení stanoveného času. Příkladem může být třeba porucha určitého čidla, nebo jiný problém. O předání informací o abnormalitách v samotné přestavbě se bude starat nový software MES, který je popsán níže.

Z výše uvedené tabulky je možné vidět jednotlivé časy dílčích činností fyzické přestavby, jež byly určeny na základě pozorování a analyzování samotných přestaveb a zkušeností



Na základě této analýzy a pozorování se následně vybrali dva operátoři. Tito dva operátoři měli za úkol vést část workshopu, kde svým kolegům ukazovali vlastní přístup k realizaci přestavby na základě prezentací a videoukázek. Poté proběhla diskuze s cílem stanovit vhodný způsob realizace celé přestavby (velké i malé přestavby). Stanovený postup se následně standardizoval a začal používat. Výsledný postup je mnohem podrobnější oproti pracovnímu postupu, který byl popsán o pár stránek výše, neboť se vytvořil ve formě videa, jelikož v papírové podobě by byl návod rozsáhlý a málo přehledný.

Hlavním důvodem tohoto workshopu bylo odstranění zbytečných úkonů, jež operátoři dělali již „ze zvyku“ a naučit je provádět danou přestavbu jednodušším způsobem, což umožní zkrátit samotný čas přestaveb. Při tomto workshopu byly také probrány návrhy na zlepšení, které jsou popsány výše, přičemž některé z nich byly již v době workshopu implementovány. Data z tabulek jsou v rozsahu dvou měsíců od začátku října 2017 do konce listopadu 2017.

Tabulka 15 – Průměrný čas malých přestaveb za 2 měsíce (Vlastní zpracování)

Jména operátorů	Celkový čas přestaveb v hod	Počet přestaveb	Průměrný čas přestaveb v hod
Operátor 1	08:05:00	8	01:00:37
Operátor 2	05:25:00	8	00:40:37
Operátor 3	00:40:00	2	00:20:00
Operátor 4	01:55:00	3	00:38:20
Operátor 5	03:10:00	4	00:47:30
Operátor 6	01:30:00	2	00:45:00
Operátor 7	07:00:00	6	01:10:00
Operátor 8	03:07:00	4	00:46:45
Operátor 9	09:55:00	10	00:59:30
<b>Celkem</b>	<b>40:47:00</b>	<b>43</b>	<b>00:56:54</b>

Tabulka 16 – Průměrný čas velkých přestaveb za 2 měsíce (Vlastní zpracování)

Jména operátorů	Celkový čas přestaveb v hod	Počet přestaveb	Průměrný čas přestaveb v hod
Operátor 1	02:00:00	1	02:00:00
Operátor 2	00:45:00	1	00:45:00
Operátor 3	01:10:00	1	01:10:00
Operátor 4	00:25:00	1	00:25:00
Operátor 5	07:25:00	3	02:28:20
Operátor 6	01:35:00	1	01:35:00
Operátor 7	06:50:00	3	02:16:40
Operátor 8	01:50:00	1	01:50:00
Operátor 9	04:15:00	3	01:25:00
<b>Celkem</b>	<b>26:15:00</b>	<b>15</b>	<b>01:45:00</b>



### 11.5.2 Nový software MES

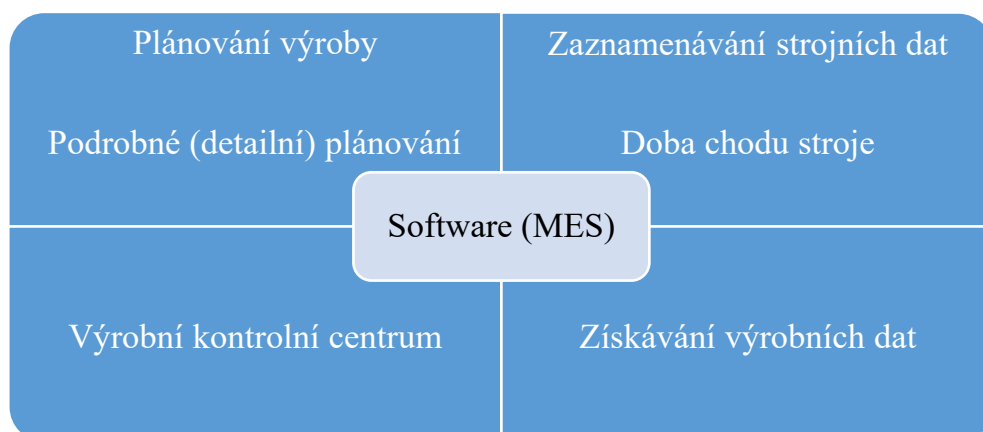
MES je nový informační systém, jenž se implementuje na lisovně daného podniku a slouží pro monitorování a plánování interních výrobních procesů. Vzhledem k tomu, že byl prvotní návrh na úpravu stávajícího softwaru zamítnut vedením, vznikla otázka, zda nezavést nový systém pro monitorování výroby na lisovně. MES software bude vycházet ze stejných kategorií a podkategorií nově implementovaných v první části této práce. Tento software je brán jako část pilotního projektu, po jejíž úspěšné implementaci se informační systém MES začne zavádět i v ostatních závodech téže skupiny. Cílem je mít všechny lisovny dané skupiny monitorovány a reportovány stejným informačním systémem se stejnými kategoriemi, aby došlo k eliminaci rozdílnosti a variability v jednotlivých monitorovacích softwarech.

#### Cíle informačního systému MES:

- lepší monitorování výroby a analýza prostojů;
- zvýšení výkonnosti interních procesů (OEE);
- online reporting výroby celé výrobní skupiny;
- odstranění dublovaných operací (odstranění dvojího zápisu u směnového sešitu a LMS systému);
- snížení náročnosti plánování výroby (propojení se systémem SAP, automatické plánování APO);
- automatické odhlašování vyrobených dílů do systému;
- celosvětový informační systém (později bude zaveden i v ostatních závodech dané skupiny pro všechny typy procesů).

#### 11.5.2.1 Základní funkce softwaru MES

Informační systém MES se skládá z následujících částí, které je možné vidět níže.



Obrázek 42 – Základní funkce systému MES (Interní zdroje)

### **Plánování výroby**

- umožňuje víceúrovňové plánování s podporou jednotlivých úkolů;
- eliminuje ruční zadávání, nesprávné a duplicitní záznamy, neboť přenáší data z ERP/ PPS systému;
- posuzování všech zdrojů z hlediska výkonu, nastavení času a plánovaného využití;
- přístup k databázi znalostí (procesní a kontrolní seznamy).

### **Podrobné (detailní) plánování**

- plánování pracovních míst s dynamickým sledováním termínů;
- dostupnost zdrojů (znázorňuje překážky a kolize);
- dynamicky aktualizované plánování strojů (data bere z ERP/PPS);
- plánování na základě národních svátků.

### **Zaznamenávání strojních dat**

- uživatelsky přívětivé nahrávání všech relevantních dat;
- identifikace úzkých míst a zvyšování efektivity a využití;
- dokumentace o výrobě, prostojích a odstávkách;
- shromažďování informací o objednávkách.

### **Doba chodu stroje**

- přehledy o podmínkách a časech provozu stroje;
- filtrování z hlediska času, zobrazení časové osy;
- udržování historických dat.

### **Výrobní kontrolní centrum**

- znázorňuje výrobní a stavové zprávy probíhajících zakázek (barevně odlišené);
- monitorování výroby (snadné sledování situace díky jedinečnému zbarvení);
- umožňuje ovládat systém přes mobilní telefon, případně i z domu;
- přehledy pro porovnávání skutečných a cílových hodnot.

(Interní zdroje společnosti)

### *11.5.2.2 Základní informace o softwaru MES*

Nový informační systém (software) MES se zavádí s cílem snížit dublované operace a zpřesnit samotný sběr dat a jejich následnou analýzu. V současné době jsou dva způsoby zápisu prostojů na lisovně, a to směnový sešit a LMS systém. Cílem je vzít výhody obou variant a vytvořit z nich jeden funkční software pro plánování a monitorování výroby. Tento systém bude také propojený s informačním systémem SAP a bude umožňovat plně automatické plánování výroby na lisovně (plánování velikosti výrobních dávek s ohledem na typy přestaveb) dle aktuálních požadavků zákazníků. Tento systém ulehčí práci plánovači výroby, který se zabývá plánováním jednotlivých typů výrobků. Cílem plánování je splnit požadavek zákazníka a minimalizovat počet jednotlivých přestaveb, převážně těch velkých, neboť jsou časově i finančně náročnější.

Pro zápis se bude využívat nově zabudovaný počítač s dotykovou obrazovkou, kde bude operátor vybírat kategorie, podkategorie a dopisovat případné poznámky k daným prostojům.

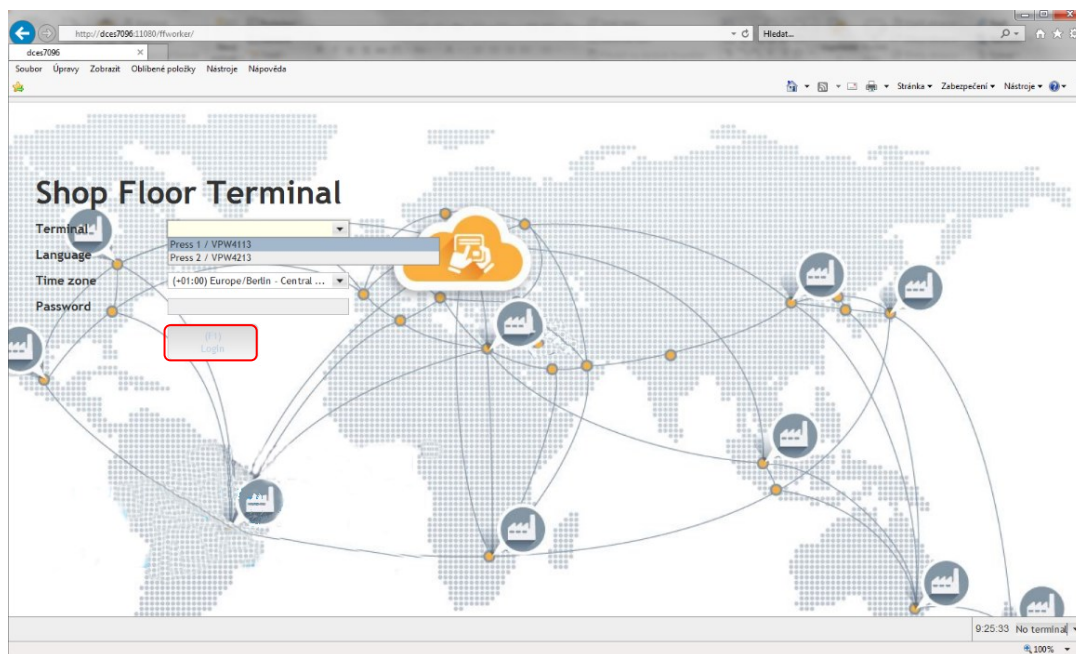
Všechna tato data bude software následně vyhodnocovat v reálném čase. Bude poskytovat detailní reporting o výrobě, upozorní na neobvyklé jevy (poruchy zařízení, opravy nástroje, chybějící materiál, ...) kterým bude možno v budoucnu předcházet.

**Software je rozdělen na 3 moduly:**

- **modul operační** je určený pro operátory výroby, kde patří přihlášení operátora, zadávání údajů o prostojích a produkci, potvrzování počtu vyrobených kusů;
- **modul administrační** obsahuje administraci směn a operátorů, korekci výrobních zakázek a obecná nastavení včetně automatického plánování výroby z informačního systému SAP;
- **modul reportingu** zahrnuje automatické generování reportů, znázorňování klíčových ukazatelů výkonnosti na obrazovkách ve výrobě „výrobní dashboard“.

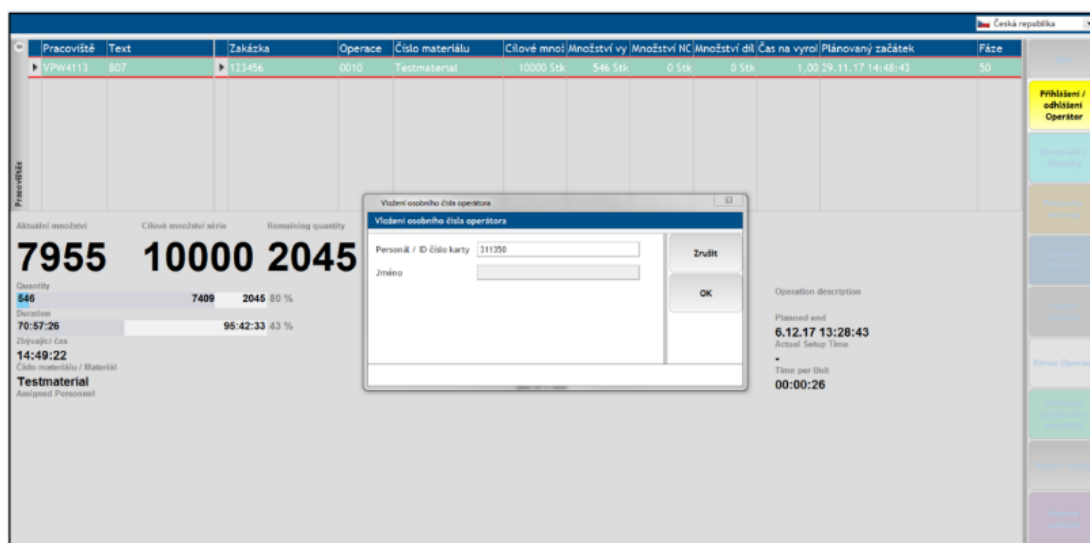
### 11.5.2.3 Postup zápisu do softwaru MES (operační modul)

Prostředkem pro spuštění softwaru je běžný internetový prohlížeč, jenž má nastavenou domovskou stránku odkazující přímo do prostředí daného softwaru. Následně se vybere jedno ze dvou zařízení (lis 1, nebo lis 2), poté kliknout na tlačítko Login vyznačené červeně.



Obrázek 43 – Ukázka prostředí MES (Interní zdroje)

Pro přihlášení operátora je zapotřebí kliknout na žluté políčko pro přihlášení (v pravé části panelu na obrázku 44). Poté následuje výběr, zda se chce operátor přihlásit, nebo ze směny odhlásit. Posledním krokem této části je výběr osobního čísla operátora a následné potvrzení přihlášení tlačítkem OK. Na konci každé směny je nezbytné provést odhlášení operátora.



Obrázek 44 – Přihlášení operátora do MES (Interní zdroje)

### Popis prostředí MES (obrázek níže)

Na obrázku níže v horní části je možné vidět jednotlivé zakázky, kdy zeleně označený řádek představuje současnou výrobu. V levé části se nachází počty vyrobených kusů, kde patří aktuálně vyrobené množství, cílové a zbývající množství. Pod těmito kusy se nachází plánovaný čas na vyrobení daného počtu kusů, číslo materiálu a také jméno operátora, který je v systému právě přihlášený. Uprostřed obrazovky je uvedena aktuálně probíhající kategorie (na obrázku je zrovna vybraná výroba), číslo zakázky, termín zahájení a plánovaný termín ukončení dané varianty. Následuje cílový čas přestavby, jež se porovnává s aktuálním časem a počet zdvihů za minutu. V pravé části jsou tlačítka pro přihlášení operátora, začátek operace, konec operace, report výroby a jiné.

Číslo dílu	Číslo Mat.	Steel	Množství	Vyrobeno	NOK	Zastaveno	Plánovaný začátek výroby
1693369210	C09030-104		10000 ST	1127 ST	0 ST	0 ST	0 ST 9.3.18 1:06:11
1693797265	C10556-102		30000 ST	0 ST	0 ST	0 ST	0 ST 9.3.18 11:50:00
2900394097	C09025-101		25000 ST	0 ST	0 ST	0 ST	0 ST 10.3.18 13:09:30
1694209939	C09023-101		25000 ST	0 ST	0 ST	0 ST	0 ST 11.3.18 10:19:30
1694210041	C10555-102		80000 ST	0 ST	0 ST	0 ST	0 ST 12.3.18 7:16:48
1693797266	C10556-102		40000 ST	0 ST	0 ST	0 ST	0 ST 15.3.18 0:52:11
1694209940	C09023-101	944235-000	40000 ST	0 ST	0 ST	0 ST	0 ST 16.3.18 0:00:00

Aktuální množství <b>1183</b>	Cílové množství série <b>10000</b>	Zbývající množství <b>8817</b>
Množství 1127	8817	12 %
Trvání 00:03:20	06:45:39	1 %
Zbývající čas 00:15:57		

Číslo materiálu / Materiál  
**C09030-104**  
Schiene SV AR-390,00-BKII \_\_\_D  
Registrování zaměstnanci

**Operační status**

**Výroba**

Zakázka / Operace  
**1693369210 / 0010**

Plánovaný začátek  
**9.3.18 1:06:11**

Cílový čas přestavby  
**00:40:00**

Cíl – Zdvihy/min  
**27.10**

**Popis operace**

**Výroba**

Plánovaný konec  
**9.3.18 11:13:52**

Aktuální čas přestavby  
**00:00:02**

Ø Zdvihy/min  
**27.10**

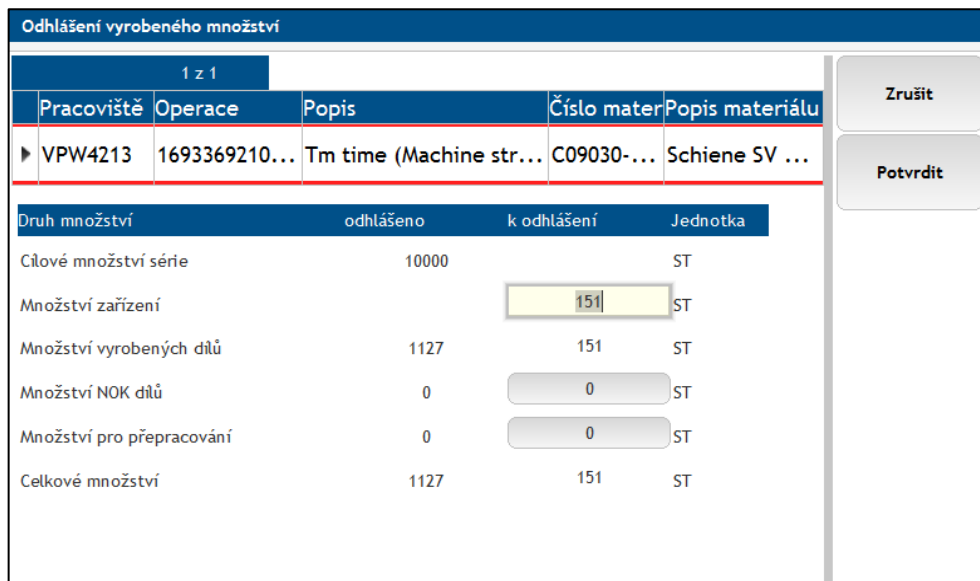
Obrázek 45 – Grafická podoba aktuální situace MES (Interní zdroje)

Software vyhodnocuje proces výroby (výroba/prostoj) na základě impulsů zařízení. Pokud software získává impuls ze zařízení, tak je v režimu výroby, a pokud impuls neobdrží, tak se přepíná do režimu prostoje. Tím se získává přesně ohraničený výpočet produktivního času.

Jestliže zařízení nevyrobí, operátor musí zdůvodnit prostoj zvolením příslušné kategorie a podkategorie výběrem z pravé části obrazovky (po přerušení impulsu se v pravé části obrazovky objeví kategorie a podkategorie). Následně operátor doplní poznámky přes klávesnici umístěnou u panelu (dotykové obrazovky).

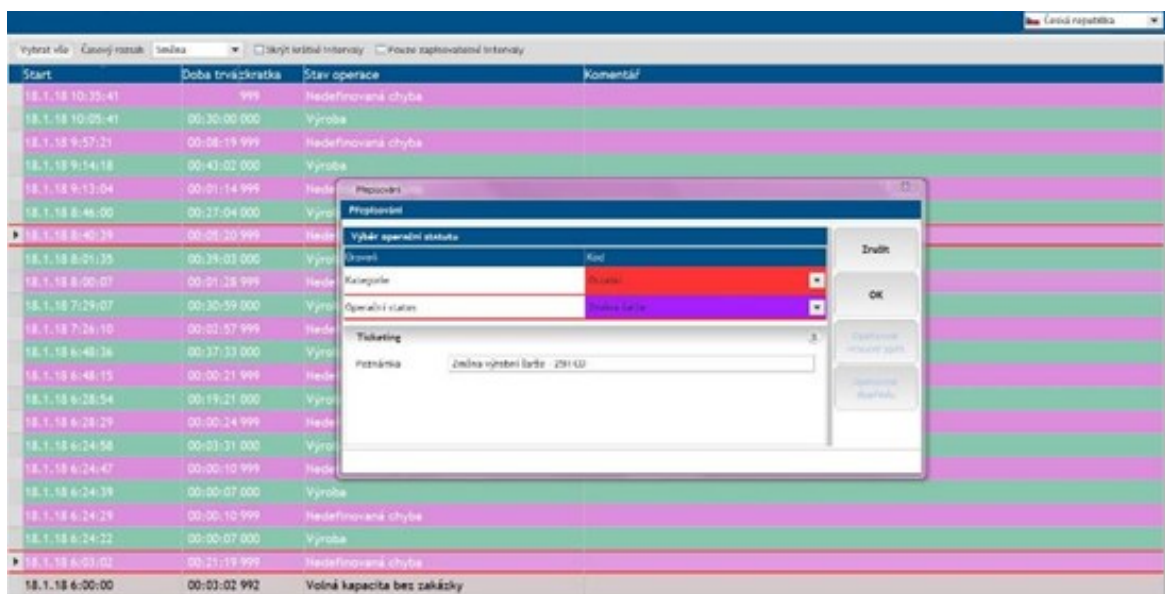
Na konci každé směny operátor zkontroluje množství vyrobených kusů, případně dopíše počet NOK kusů a kusů pro přepracování. U těchto kusů se dále vybírá z kategorií, zda mají problém s rozměry, nebo povrchem a podobně. Plánuje se přidání ještě kolonky umožňující

výběr šarže značené na finálním výrobku. Následně tyto hodnoty potvrdí tlačítkem a provede své odhlášení stejným způsobem jako postupoval při přihlášení.



Obrázek 46 – Potvrzení vyrobeného množství MES (Interní zdroje)

Obrázek 47 znázorňuje novou funkci softwaru MES umožňující provádět úpravu již zadaných kategorií zpětně (maximálně 2 dny nazpět), jelikož se občas stává, že operátor omylem vybere jinou kategorii prostoje, než která skutečně nastala. K této úpravě stačí jen několik kliků, kde si operátor vybere vhodnou kategorii a podkategorii prostoje a připiše případnou poznámku. Další funkcí je také rozdělení jedné činnosti do většího počtu činností za účelem vyšší přesnosti identifikace prostojů. Tyto možnosti stávající LMS software neumožňuje.



Obrázek 47 – Úprava nevhodně zvolených kategorií MES (Interní zdroje)

#### *11.5.2.4 Postup implementace softwaru MES*

Prvním krokem bylo rozhodnutí vedení společnosti o implementaci tohoto softwaru za účelem sledování a zefektivnění lisovacího procesu ve všech závodech dané skupiny. Nejdříve byla projektovým týmem vytvořena specifikace na vyhodnocovací software (požadavky na funkce, monitoring a reporting).

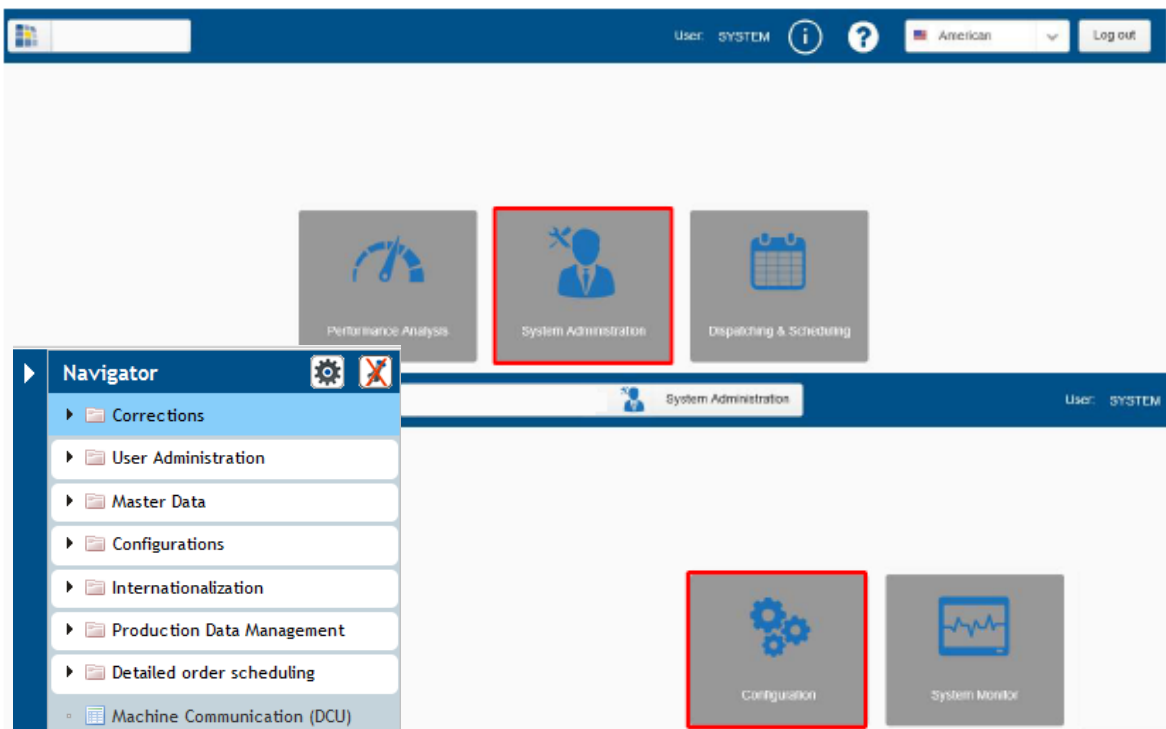
Tyto požadavky patří k nejdůležitějším bodům, neboť je nezbytné definovat všechny činnosti, které budou potřeba. Požadavky se poté poslaly do společnosti zabývající se vývojem softwaru zaměřeného na monitorování a plánování výroby. Tato společnost byla vybrána, protože pro danou skupinu již určité softwary vyvíjela. Jednalo se o konkrétní německou společnost, kde se vyslali dva členové projektového týmu s cílem zjistit, zda jsou navrhované požadavky reálné.

Po zhruba 2 měsících byl základ softwaru hotov a došlo k jeho modifikaci. Nejprve bylo třeba přeložit rozhraní softwaru do českého jazyku a přepsat jednotlivé kategorie a podkategorie. Výhodou bylo, že kategorie a podkategorie již byly určeny z předchozí části práce, stačilo je jen doplnit do systému. V tuto dobu dorazili odborníci ze softwarové společnosti do vybrané společnosti v České republice, kde probíhalo školení týkající se zadávání kategorií operátory, práce s reporty, úprava uživatelského prostředí, atd.

Pro testování se tento software provizorně nainstaloval na počítač umístěný na lisovně. Cílem bylo zjistit funkčnost a případné odchylky oproti současnému softwaru LMS. Samozřejmě došlo k seznámení operátorů s daným softwarem, přičemž školení bude následovat až po pořízení dotykové obrazovky a doladění nedostatků. Následně se objednala dotyková obrazovka (panel), která bude zavěšena přímo na výrobní zařízení, tudíž bude operátorům po ruce. Ta zhruba po 1 měsíci dorazila, umístila se na zvolenou pozici a následně došlo k nahrání softwaru do nového počítače s dotykovou obrazovkou a pokračovala fáze testování daného softwaru.

#### *11.5.2.5 Administrativní modul*

Administrativní modul se využívá pro úpravu uživatelského prostředí a jiných zvolených položek v softwaru, a to na bázi administrativního přístupu. K tomuto modulu má přístup průmyslový inženýr pracující na lisovně a vedoucí lisovny. V modulu lze upravovat např. plán směn, zpětné korekce prostoje, přidávání / odebrání uživatelů, vizualizace reportů a další. Na následujícím obrázku je možné vidět rozhraní softwaru.



Obrázek 48 – Prostředí administrativního modulu MES (Interní zdroje)

### **Modul plánování (automatické přebírání výrobních zakázek ze SAP)**

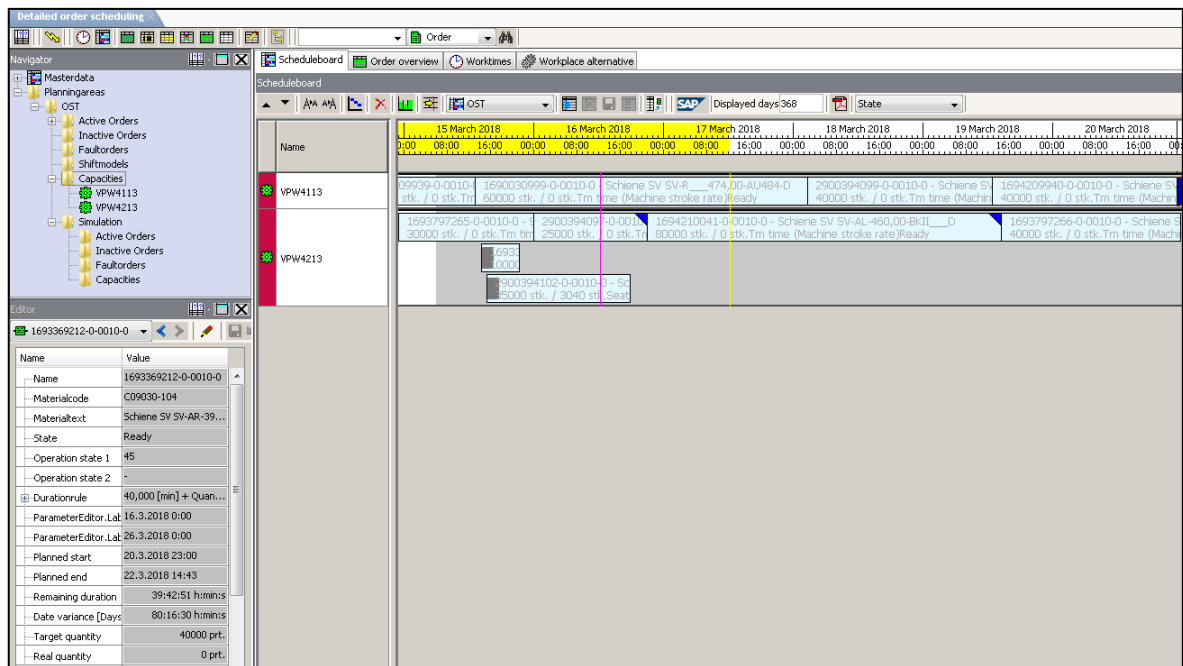
Základní informace, jež jsou uvedeny níže, si software automaticky přebírá ze systému SAP, tudíž usnadňuje práci plánovači výroby.

- Zakázky výroby (číslo dílu a potřebné množství pro výrobu);
- potřebný začátek výroby pro jednotlivé díly dle zákaznických odvolávek;
- cílový takt stroje pro jednotlivé díly;
- cílový čas přestavby dle matrixu přestaveb;
- vstupní komponenty (ocelový svitek) a jejich potřebné množství.

Poté už jen plánovač výroby překontroluje aktuálně přebrané plány výroby a uvedená data, kde případně provede menší korekce posloupnosti, množství, apod. V případě úpravy posloupnosti vyráběných zakázek dochází k automatické kontrole termínu dodání zákazníkovi a termínu dokončení dané varianty. V případě kolize tento systém automaticky vyhodí varovnou hlášku.

Po potvrzení a schválení plánu, software odešle data přímo do počítače u zařízení, kde jej uvidí operátoři na panelu. Na základě těchto dat již dochází k výrobě.



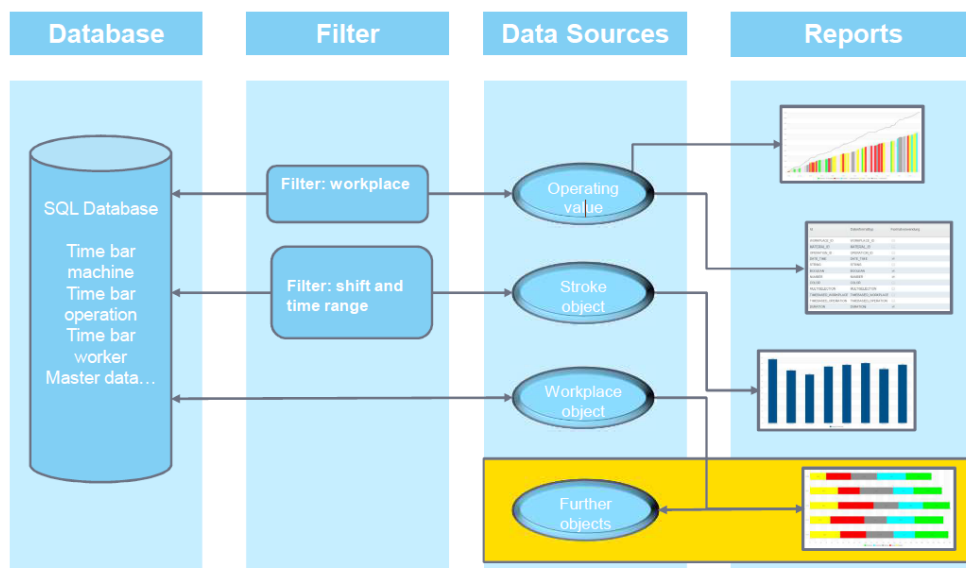


Obrázek 49 – Prostředí pro automatické plánování výroby (Interní zdroje)

### 11.5.2.6 Reporty ze softwaru MES (modul reportingu)

Reporty ze softwaru MES jsou zatím ve fázi vývoje mezi členy projektového týmu a společností zabývající se vývojem softwaru.

Tvorba reportů funguje na principu zobrazeném na následujícím obrázku. Prvotním krokem je sběr dat a jejich následné umístění do databáze ve správném formátu. Následně se využívají filtry, díky kterým se vyfiltrovaná data setřídí. Setříděná data se transformují do reportů ve formě grafů a tabulek sloužících k lepší vizualizaci výkonnosti procesu (viz obrázek 50).



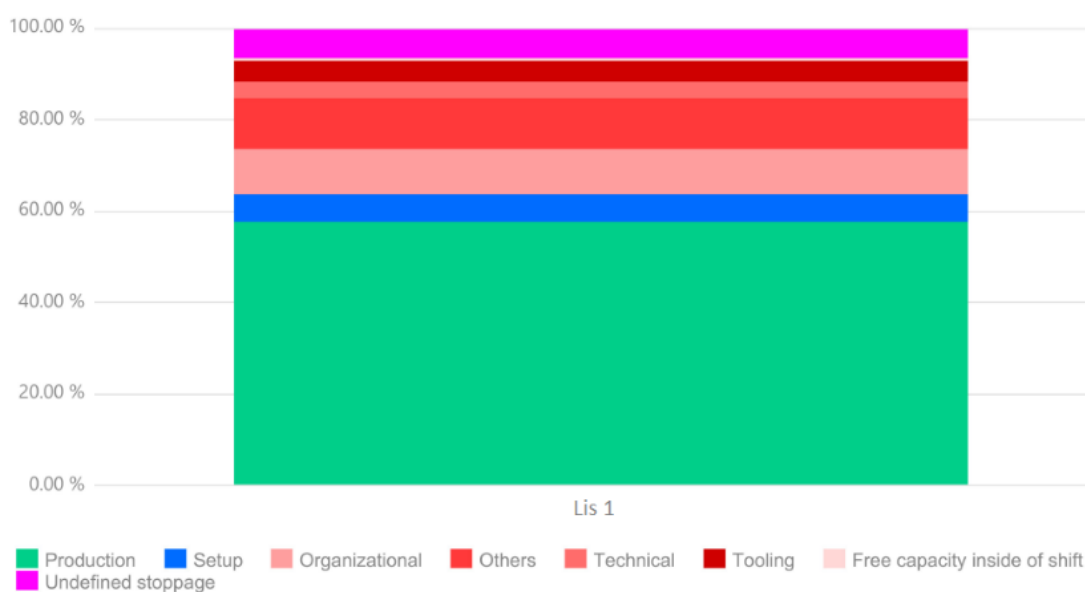
Obrázek 50 – Princip tvorby reportů (Interní zdroje)

V tabulce níže je tabulkový report znázorňující 24hodinový přehled o stavu produkce a prostojů. Tento report obdrží každý den emailem vedoucí předvýroby a průmyslový inženýr (četnost a množství uživatelů je možné měnit na základě požadavku). Je zde možné vidět celkový čas včetně procentuálního podílu jednotlivých kategorií. V případě prostoje s vysokým podílem se může jednoduše otevřít historie v podobné podobě jako směnový sešit a zjistit případné příčiny vybraných prostojů.

Tabulka 17 – Report ve formě tabulky MES (Interní zdroje)

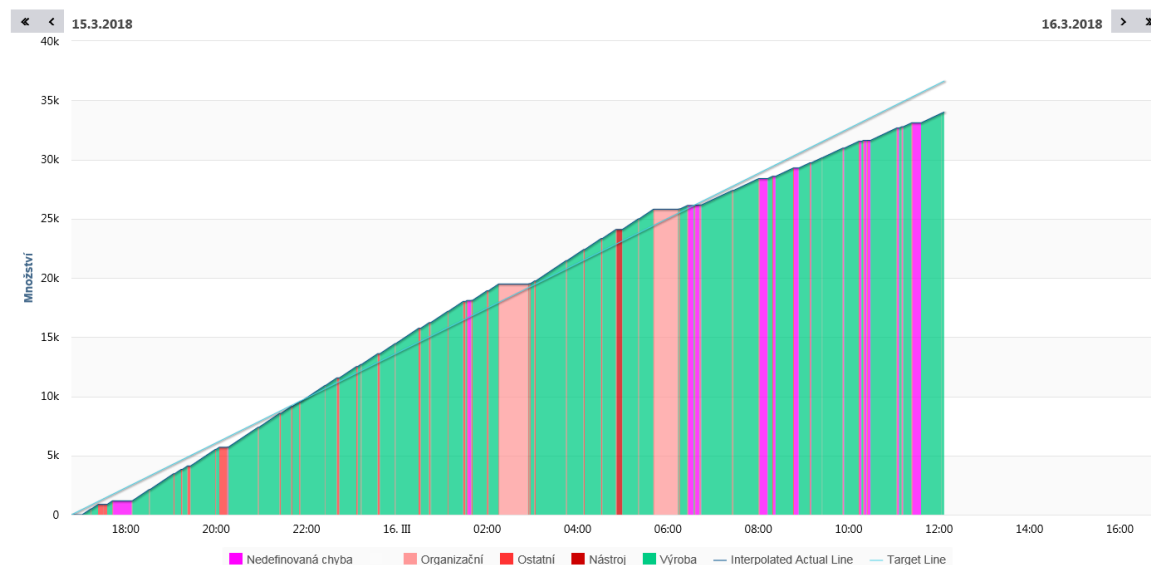
	VPW4213	
Operating State	Duration	Duration [%]
Setup	01:27	6.06%
Production	13:50	57.68%
Undefined stoppage	01:34	6.57%
Free capacity inside of shift	00:06	0.46%
Tooling	01:04	4.5%
Technical	00:54	3.78%
Others	02:37	10.94%
Organizational	02:24	10.02%
Σ	24:00	100%

Následující graf vizuálně vykresluje stejné hodnoty jako tabulka 17 a je součástí reportu, jež chodí každý den vybraným uživatelům.



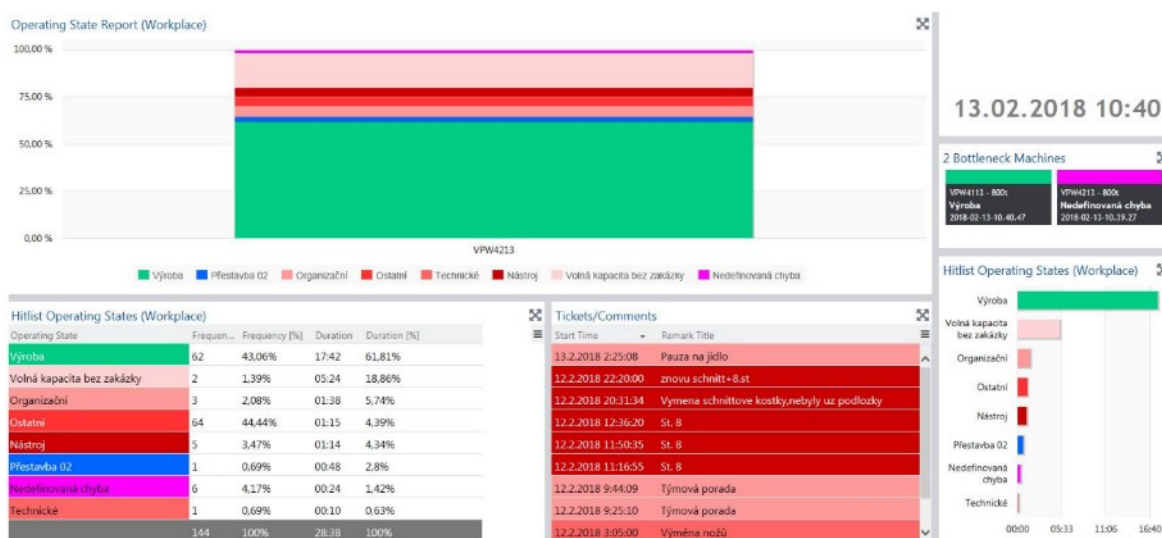
Graf 15 – Report ve formě grafu MES (Interní zdroje)

Další možností pro online monitorování výroby je možné vidět na grafu 16. Jedná se o graf, jež se vyvíjí v čase, takže na ose x je čas a na ose y je vyrobené množství. Modrá čára znázorňuje cílové množství dle normy, jež je potřeba vyrobit během jedné směny. Jednotlivé prostoje jsou vizuálně odlišené podle stanovených barev zaznamenaných postupně v daném čase. Ohraničení hodnot vynesných v grafu znázorňuje skutečně vyrobené množství kusů, jež lze snadno porovnat s cílovým množstvím.



Graf 16 – Report skutečného a plánovaného množství (Interní zdroje)

Na následujícím obrázku je možné vidět „Dashboard“ znázorňující jednotlivé klíčové ukazatele výkonnosti (KPI). Jedná se o grafy určené pro online vizualizaci produkce a prostojů na lisovně, které budou do budoucna zobrazeny na informačních tabulích (obrazkách) v lisovně.



Obrázek 51 – Informační tabule pro vizualizaci výroby MES (Interní zdroje)

Software umožňuje také víceúrovňové definování prostojů. To je důležité z hlediska detailních analýz do budoucna. Je možno si nadefinovat vlastní hierarchii podkategorií obsahující neomezený počet úrovní. Následně tedy bude možné provádět detailní analýzy za účelem přesného zjištění příčin problémů a následného odstranění / zefektivnění.

Na obrázku níže mohou být pod operačním statusem další podkategorie typu:

- detail 1 – číslo nástroje;
- detail 2 – číslo stanice;
- detail 3 – pozice dílu na stanici, a podobně.

The screenshot shows a software interface for recording machine downtime. At the top is a blue header 'Přepisování'. Below it is a section 'Výběr operačního statutu' (Selection of operational status) with a table:

Úroveň	Kód
Kategorie	Nástroj
Operační status	Korektura nástroje v produkci

Below the table is a 'Ticketing' section with a 'Poznámka' (Note) text input field. On the right side of the interface are four buttons: 'Zrušit' (Cancel), 'OK', 'Opětovně vrácení zpět' (Return to previous), and 'Opětovně dopředu' (Proceed).

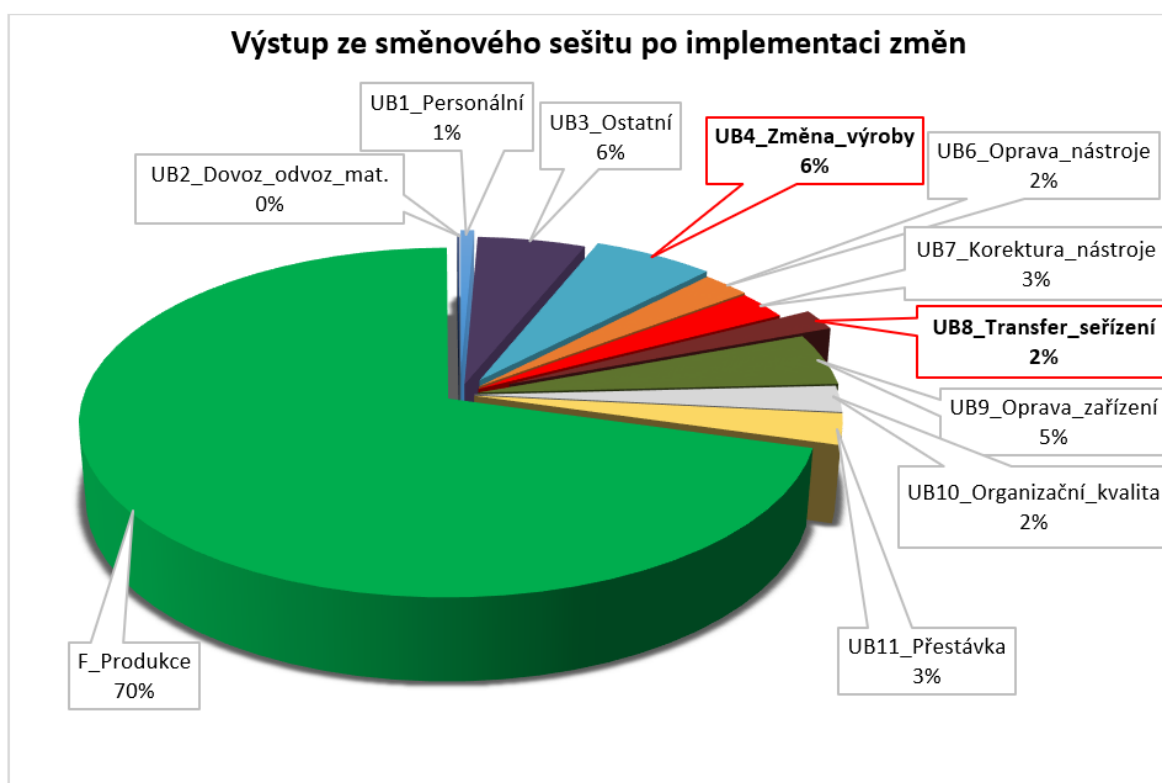
Obrázek 52 – Hierarchie podkategorií MES (Interní zdroje)

## 11.6 „C“ – Control (Data po implementaci změn)

V této části budou obsažena data po implementaci několika návrhů týkajících se fyzické přestavby a doseřizení transferu. Data po implementaci softwaru MES bohužel nebude možné získat, neboť dokončení testování a samotná implementace bude probíhat do 14. dubna 2018 a poté bude následovat sběr dat pro ověřování výsledků daného softwaru. Následně zde bude nákladové a rizikové zhodnocení projektu.

### 11.6.1 Vyhodnocení změn pro zefektivnění procesu lisování

V této části práce budou analyzována data v rozsahu dvou měsíců, přesněji se bude jednat o leden a únor 2018.



Graf 17 – Graf směnového sešitu po změnách (Vlastní zpracování)

Na základě procentuálního podílu prostojů k produkci je možné v grafu 17 vidět nepatrné zlepšení podílu produkce (porovnání dat z minulého období od 17. 5. 2017 do 31. 7. 2017, kdy byla produkce na 67 %).

Kategorie **UB4\_Změna výroby**, ve které je obsažena i fyzická přestavba nástroje **vzrostla o 2 % z původních 4 % na 6 %**. Tento procentuální růst podílu byl způsobem zvýšením počtu přestaveb na dvojnásobek. Toto zvýšení je způsobeno nárůstem odvolávek jednotlivých zákazníků, čímž došlo k navýšení kapacity zařízení na 99 %. To neumožnilo

realizovat větší objemy výrobních dávek. Přičemž jeden z našich projektových cílů bylo snížit čas potřebný na fyzickou přestavbu nástroje o 8 %. Výsledky týkající se průměrných časů přestaveb je možné vidět na následující stránce.

U kategorie **UB8\_Transfer seřízení** byl stanovený cíl na snížení podílu ve výši 5 % v dané kategorii. Ve skutečnosti klesla míra prostojů v této kategorii z původních **4 % na 2 %**, což představuje 50% snížení podílu ve vybrané kategorii. Detailní rozbor týkající se snížení dané kategorie je popsán o pár stránek níže.

### Fyzická přestavba zařízení

Na následujících čtyřech tabulkách je možné vidět průměrné časy a rozdíly u velkých a malých přestaveb v podkategorii fyzické přestavby před a po realizaci několika navrhovaných zlepšení. První z tabulek značí původní analýzu přestaveb za období 4 měsíců (17. 5. 2017 až 17. 9. 2017) využitých i pro tvorbu Pareto diagramu ve fázi Analýse. Jedná se o stejnou tabulku, která je nazvaná jako tabulka 4, přičemž byla ještě jednou použita pro porovnání v této části práce jako tabulka 18. Další dvě tabulky 19 a 20 obsahují data po realizaci několika zlepšení a jsou v rozsahu 2 měsíců (leden a únor 2018). Tyto dvě tabulky zahrnují průměrné časy přestaveb s ohledem na jednotlivé operátory lisu, rozdělené na velkou a malou přestavbu, přičemž se dají porovnat také s tabulkami 15 a 16 využitých pro výběr dvou operátorů u SMED workshopu. **Mezi implementované změny** (na základě workshopu s operátory) ovlivňující čas fyzické přestavby patří nový upínač „zásobník“, nový pracovní postup pro činnosti přestavby a ostatní návrhy (nachystání a dovezení potřebného nářadí a materiálu, pořízení dvou imbusových klíčů, vybalancování pracovníků, delegování přípravných prací předákoví směny). Pojízdny vozík zatím nebyl pořízen, takže ten výsledné časy momentálně neovlivní.

Při porovnání následujících třech tabulek je možné vidět, že došlo téměř ke **zdvojnásobení počtu přestaveb** za měsíce leden a únor 2018. Neboť tabulka 18 před implementací změn je v rozsahu 4 měsíců a má přibližně stejný počet přestaveb jako tabulky 19 a 20, jež obsahují data po implementaci změn v polovičním rozsahu (za 2 měsíce).

Tabulka 18 – Průměrný čas přestaveb před změnami (Vlastní zpracování)

Typ přestavby	Celkový čas fyzických přestaveb v hod	Počet přestaveb	Průměrný čas fyzických přestaveb v hod
Malá	35:59:00	37	<b>00:58:38</b>
Velká	20:03:00	11	<b>01:49:22</b>

Tabulka 19 – Průměrný čas malých přestaveb po změnách (Vlastní zpracování)

Jména operátorů	Celkový čas fyzických přestaveb v hod	Počet přestaveb	Průměrný čas fyzických přestaveb v hod
Operátor 1	02:15:00	2	01:07:30
Operátor 2	04:45:00	5	00:57:00
Operátor 3	02:32:00	4	00:38:00
Operátor 4	04:45:00	5	00:57:00
Operátor 5	04:00:00	3	01:20:00
Operátor 7	08:45:00	9	00:58:20
Operátor 8	01:55:00	2	00:57:30
Operátor 9	02:57:00	5	00:35:24
Operátor 10	02:35:00	2	01:17:30
<b>Celkem</b>	<b>34:29:00</b>	<b>38</b>	<b>00:54:27</b>

Tabulka 20 – Průměrný čas velkých přestaveb po změnách (Vlastní zpracování)

Jména operátorů	Celkový čas fyzických přestaveb v hod	Počet přestaveb	Průměrný čas fyzických přestaveb v hod
Operátor 1	04:45:00	2	02:22:30
Operátor 2	05:10:00	3	01:43:20
Operátor 3	02:40:00	2	01:20:00
Operátor 5	00:50:00	1	00:50:00
Operátor 7	02:40:00	2	01:20:00
Operátor 9	01:20:00	1	01:20:00
Operátor 10	00:50:00	1	00:50:00
<b>Celkem</b>	<b>18:15:00</b>	<b>12</b>	<b>01:31:15</b>

Při porovnání všech třech tabulek jsou vidět rozdíly v jejich počtu a také v průměrných časech fyzických přestaveb. Rozdíly mezi těmito časy je shrnut v tabulce 21.

Tabulka 21 – Rozdíly mezi časy fyzických přestaveb (Vlastní zpracování)

Typ přestavby	Průměrný čas fyzické přestavby před změnou	Nový čas fyzické přestavby po změně	Rozdíl časů v min	Rozdíl časů v %
Malé přestavby	0:58:38	0:54:27	<b>0:04:11</b>	<b>7,13 %</b>
Velké přestavby	1:49:22	1:31:15	<b>0:18:07</b>	<b>16,57 %</b>
<b>Dohromady</b>	<b>1:10:02</b>	<b>1:03:17</b>	<b>0:06:46</b>	<b>9,66 %</b>

U malých přestaveb došlo k průměrnému zkrácení fyzické přestavby o **4 minuty a 11 sekund**, což představuje 7,13% snížení času. V případě velkých přestaveb se zkrátil čas o **18 minut a 7 sekund**, v procentech to vychází na 16,57 %. Kolonka dohromady se vypočítala na základě časů v tabulkách 18, 19 a 20. Kde se vzaly celkové časy, které se podělily počtem přestaveb a následně došlo k porovnání přestaveb před a po změnách. Průměrné úspory celkem vycházejí na **6 minut a 46 sekund**, v procentech se jedná o **9,66 %**.

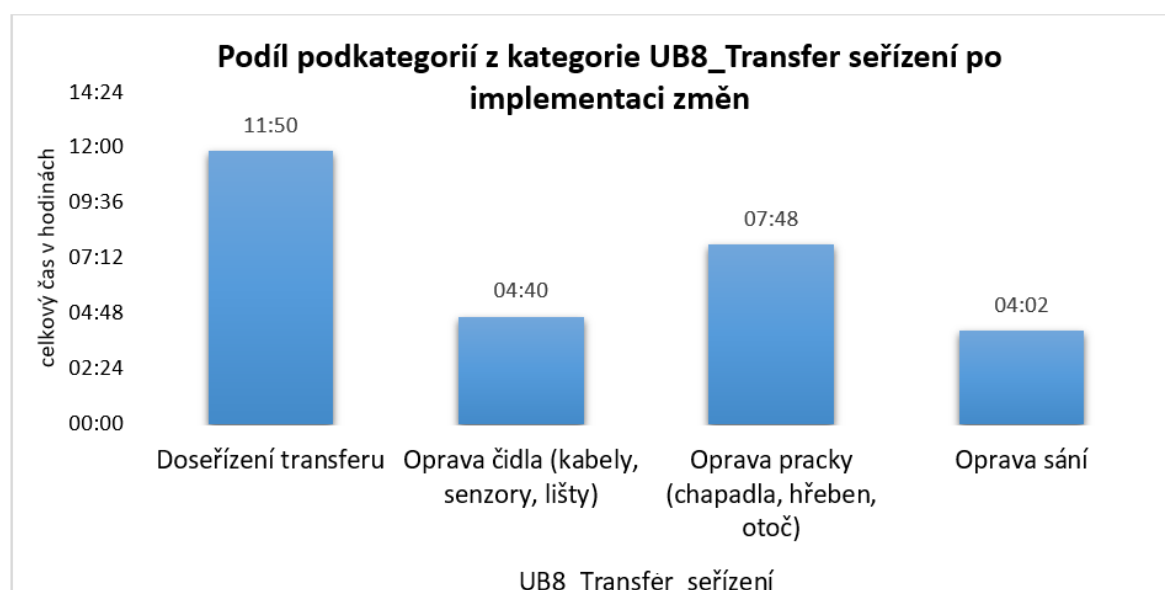
Když se vezmou v potaz celkové finanční úspory při zachování stejného počtu přestaveb z ledna a února roku 2018 jsou úspory vlivem snížení času fyzické přestavby 41 382 Kč za dva měsíce, v přepočtu na měsíc to vychází na **20 691 Kč**. Tyto úspory byly vypočteny na základě rozdílů časů fyzických přestaveb před a po implementaci změn, jež se vynásobily počtem přestaveb (viz tabulka 22). Součet časů přestaveb se následně vynásobil náklady na hodinu lisování ve výši 6 600 Kč.

Tabulka 22 – Finanční úspory u fyzických přestaveb (Vlastní zpracování)

Typ přestavby	Počet přestaveb	Úspory na přestavbu v min	Celkové úspory času v hod	Celkové úspory v Kč
Malá přestavba	38	0:04:11	2:38:58	17 490 Kč
Velká přestavba	12	0:18:07	3:37:24	23 892 Kč
Celkem za 2 měsíce	50	0:22:18	6:16:22	41 382 Kč
<b>Celkem za 1 měsíc</b>	<b>25</b>	<b>0:22:18</b>	<b>3:08:11</b>	<b>20 691 Kč</b>

#### Kategorie UB8\_Transfer seřízení

Na následujícím grafu je možné vidět podíl jednotlivých podkategorií obsažených v kategorii UB8\_Transfer seřízení po implementaci zlepšovacích návrhů. Stejně jako u předchozí části se jedná o data v rozsahu dvou měsíců. Tyto činnosti v celkovém podílu klesly ze **4 % na 2 %**, což vyjadřuje **50%** snížení oproti datům před změnami (17. 5. 2017 až 17. 9. 2017). Projektový cíl byl stanoven na **5%** snížení podílu v dané kategorii a ve skutečnosti došlo k **50%** snížení této kategorie. Podíl podkategorií u dané kategorie je na následujícím grafu.



Graf 18 – Podkategorie UB8\_Transfer seřízení po změnách (Vlastní zpracování)



K tomuto snížení došlo na základě přidání práce předákovi směny, jemuž se zvýšila zodpovědnost ohledně transferových lišt. Jeho úkolem je kontrola a udržování transferových lišt podle plánu výroby, díky tomu došlo ke snížení oprav čidel, pracek a sání na transferových lištách. Náklady při tomto návrhu jsou nulové, neboť tento zaměstnanec nebyl plně využit. K dalšímu snížení došlo nákupem nastavovacího přípravku „kovové tyče“ pro správné nastavení transferu, čímž došlo k eliminaci opětovného doseřízení během výroby. Díky těmto změnám nedošlo ke zvýšení podílu u této podkategorie, i když se zdvojnásobil čas přestaveb.

Součet celé kategorie po změnách vychází na **28 hodin a 20 minut**. Při porovnání s původní analýzou v rozsahu 4 měsíců podělených dvěma (z důvodu zachování stejného rozsahu dat) vychází tato kategorie na **41 hodin a 45 minut**. Rozdíl činí **13 hodin a 25 minut**. V případě, že se tento rozdíl vynásobí náklady na hodinu lisování, vychází úspory 88 550 Kč za dva měsíce a **44 275 Kč** za měsíc, jak je možné vidět v tabulce 23.

Tabulka 23 – Úspory u UB8\_Transfer seřízení po změnách (Vlastní zpracování)

UB8_Transfer seřízení	Původní součet časů v hod	Nový součet časů v hod	Úspory času (rozdíl) v hod	Úspora v %	Finanční vyčíslení v Kč
Celkem za 2 měsíce	41:45:00	28:20:00	13:25:00	32,14 %	88 550 Kč
<b>Celkem za 1 měsíc</b>	<b>20:52:30</b>	<b>14:10:00</b>	<b>6:42:30</b>	<b>32,14 %</b>	<b>44 275 Kč</b>

Dané snížení podílu je poměrně zásadní, neboť oproti minulému období se zdvojnásobil počet přestaveb a navzdory tomu se snížil podíl v dané kategorii, jež je do jisté míry závislá na počtu přestaveb. Na základě tohoto faktu by reálné úspory mohly být i vyšší.

### 11.6.2 Vyhodnocení přínosů zavedeného softwaru

Vzhledem k tomu, že implementace softwaru MES ve společnosti ještě není dokončena, není možné provést finanční vyhodnocení daného softwaru. Zatím je tento software nainstalován na počítači s dotykovou obrazovkou a dochází k jeho testování souběžně s ostatními monitorovacími systémy (LMS systém a směnový sešit).

Teoretické přínosy jsou zjednodušení práce plánovače výroby, neboť plánování bude probíhat plně automaticky prostřednictvím dat ze SAP systému. Dojde také k odstranění ruční tvorby reportů vlivem automatického reportingu a tím se zjednoduší práce průmyslovému inženýrovi. Z hlediska operátorů se odstraní dublované činnosti zápisu. Následně dojde k odstranění případných rozdílů v přesnosti, neboť bude jen jeden systém přebírající výhody z předchozích dvou. Další podstatný přínos se týká zavádění tohoto systému napříč celou skupinou, čímž se eliminují rozdíly při sběru dat a následné analýze a umožní porovnávání.

### 11.6.3 Celkové náklady a návratnost projektu

Celkové náklady byly vypočteny na základě hodin strávených na meetingzích a počtem strávených hodin na samotném projektu. Tento projekt probíhal rok, přičemž průměrně se meetingů účastnili dva zaměstnanci a jeden stážista, tyto meetingy trvaly týdně 3 hodiny. Samotná práce na projektu byla vyčíslena na 8 h týdně u stážisty a na 2 h potřebné pro konzultace a jiné činnosti u jednoho zaměstnance. K těmto nákladům se dále přičetly náklady na výrobu třech upínačů „zásobníků“ a dvou nastavovacích přípravků „kovových tyčí“.

Tabulka 24 – Celkové náklady projektu (Vlastní zpracování)

<b>Celkové náklady na projekt (na 1 rok)</b>	<b>Částka v Kč</b>
Náklady za 2 zaměstnance – meetingy (včetně odvodů)	120 840 Kč
Náklady za stážistu (praxe) – meetingy	15 900 Kč
<b>Celkem za 2 zaměstnance a stážistu – meetingy</b>	<b>136 740 Kč</b>
Práce stážisty (v průměru 8 h týdně)	42 400 Kč
Konzultace a práce se zaměstnanci (v průměru 2 h týdně)	40 280 Kč
<b>Celkem náklady za práci</b>	<b>82 680 Kč</b>
Náklady za 3 nové upínače "zásobníky"	105 000 Kč
Náklady za 2 nastavovací přípravky "kovové tyče"	4 000 Kč
<b>Celkové náklady na zlepšovací návrhy</b>	<b>109 000 Kč</b>
<b>Celkové náklady na celý projekt</b>	<b>328 420 Kč</b>

Tabulka 25 – Celkové úspory projektu (Vlastní zpracování)

<b>Celkové úspory (1 rok)</b>	<b>Částka v Kč</b>
Roční úspory zkrácením fyzické přestavby	248 292 Kč
Roční úspory snížením kategorie UB8 Transfer seřízení	531 300 Kč
<b>Celkové roční úspory na projekt</b>	<b>779 592 Kč</b>

Tabulka 26 – Návratnost projektu (Vlastní zpracování)

<b>Náklady, úspory a návratnost investice</b>	<b>Částka v Kč/Čas</b>
Celkové roční náklady na projekt	328 420 Kč
Celkové roční úspory na projekt	779 592 Kč
<b>Úspory v roce 2018 (po odečtení nákladů)</b>	<b>451 172 Kč</b>
<b>Návratnost investice v roce 2018</b>	<b>5,056 měsíce</b>

Návratnost projektu byla vyčíslena na základě výše uvedených úspor a celkových nákladů. Ve výsledku návratnost investic celého projektu vychází **na 5 měsíců a 2 dny**.

Kromě finančního vyhodnocení projektu je možné uspořený čas přepočítat na počet vyrobených kusů. Následující tabulka uvádí úspory u fyzických přestaveb a seřízení

transferu v rozsahu jednoho měsíce, jež se vynásobily počtem měsíců v roce, čímž vznikla celková úspora času na lisovně za rok. Tento čas se následně převedl na počet vyrobených kusů pomocí taktu lisu a cílového OEE na lisovně.

Tabulka 27 – Úspory převedené na počet vyrobených kusů (Vlastní zpracování)

<b>Vyčíslení dodatečného počtu vyrobených kusů</b>	<b>Čas v hod/Množství</b>
Úspory u UB8 Transfer seřízení v hod (za měsíc)	6:42:30
Úspory u fyzické přestavby v hod (za měsíc)	3:08:11
Úspory v hod celkem (za měsíc)	9:50:41
<b>Úspory v hod za rok</b>	<b>118:08:12</b>
Počet vyrobených kusů za hodinu lisování (cílové OEE 64 %)	1 152 Ks
<b>Počet vyrobených kusů z ušoreného času za rok</b>	<b>136 097 Ks</b>

#### 11.6.4 Rizikové zhodnocení projektu

Rizikové zhodnocení projektu metodou RIPRAN je možné vidět v Příloze P III. Kde mezi hrozby s nejvyšším rizikem patří chybné analýzy a neprovedená implementace některých výše uvedených návrhů. Se středním rizikem zde patří nedodržení časového plánu ohrožující dosažení cíle projektu. Dále nedodržování vytvořených standardů pracovního postupu operátory a nevyřešení problému způsobených nedostatkem zkušeností projektového týmu. Poslední částí spadající do střední hodnoty rizika je ztráta analyzovaných dat, jež může vyvolat nesplnění hlavního cíle projektu, nebo předběžné ukončení projektu. Ostatní hrozby zaujímají malou hodnotu rizika.

## 12 SHRNU TÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

V úvodu praktické části byla představena vybraná společnost obsahující základní informace, vyráběné produkty a jednotlivé divize společnosti. Následně byla detailněji popsána výroba na lisovně, ve které byl zpracován celý projekt zaměřený na zefektivnění výroby na lisovně. Tento projekt byl založený na metodě DMAIC a je popsáný v celém rozsahu této práce.

První kapitolou projektu byla fáze Define, jež obsahovala stanovení podpůrných cílů potřebných pro dosažení hlavního cíle projektu, a to zefektivnění výroby na lisovně. Výsledkem této fáze byl vypracovaný Project Charter obsahující důležité informace ohledně projektu (členové projektového týmu, rozsah projektu, cíle, očekávané úspory, atd.).

Následovala fáze Measure, která se zabývala pochopením a popsáním současného způsobu zápisu prostojů a produkce na lisovně. Tento zápis probíhal dvěma způsoby, první z nich byl LMS systém, kde docházelo k zápisu výběrem kategorií na panelu lisu. Druhým způsobem byl směnový sešit ve formě Excel souboru, jež se dopisuje do počítače operátorem.

Oblast Analyse byla rozdělena do několika částí, první z nich se zabývala analýzou původních dat získaných ze směnového sešitu a LMS systému. Na základě zjištěných nedostatků u sběru dat byly vytvořeny návrhy týkající se nové kategorizace, jež obsahuje nově krom kategorií i podkategorie pro detailnější rozbor prostojů na lisovně. Tyto kategorie byly následně implementovány do nového směnového sešitu a částečně do LMS systému (bez podkategorií). Po implementaci nastalo druhé období sběru dat a následně byla data analyzována. Tato druhá analýza byla již zaměřena na zjištění podílu prostojů v jednotlivých kategoriích s využitím Pareto diagramu. Poté byla analýza zaměřena na vybrané kategorie prostojů, a to fyzickou přestavbu zařízení obsaženou v kategorii UB4\_Změna výroby a seřízení transferové lišty včetně oprav z kategorie UB8\_Transfer seřízení.

Nejdůležitější částí práce byla fáze Improve, jež byla rozdělena na návrhy týkající se zefektivnění výroby na lisovně a na zavedení informačního systému MES na lisovně. Mezi návrhy určené pro zefektivnění výroby zkrácením fyzické přestavby a snížením kategorie UB8\_Transfer seřízení patří:

- návrh nového pojízdného vozíku určeného pro dovoz a odvoz stanic při přestavbě;
- návrh upínače „zásobníku“ pro zkrácení času přestavby, vlivem univerzálnosti;
- návrh nastavovacího přípravku „kovové tyče“ pro snížení doseřízení během výroby;
- tvorba pracovního návodu a matrixu přestaveb;

- ostatní návrhy, kde patří převážně přidání práce předákovi směny ohledně transferových lišt a ostatní drobnosti zaměřené na snížení plýtvání při přestavbě.

Druhá část fáze Improve obsahovala základní informace o informačním systému MES včetně jeho funkcí a jednotlivých modulů, mezi které patří operační modul, administrativní modul obsahující automatické plánování výroby a následně modul reportingu.

Poslední částí byla fáze Control, jež byla zaměřena na ověření dat po implementaci návrhů s cílem zjistit splnění stanovených cílů projektu. Obsahovala celkové finanční vyhodnocení projektu včetně nákladů a úspor, dále převedení úspor na vyrobené kusy. Na konci této části bylo rizikové zhodnocení projektu pomocí metody RIPRAN.

Hlavního cíle projektu bylo dosaženo na základě splnění podpůrných (vedlejších) cílů. Mezi podpůrné cíle patřila úprava monitorování prostoje a produkce, snížení fyzické přestavby (cíl 8 % – dosaženo 9,66 %), snížení podílu u UB8\_Transfer seřízení (cíl 5% snížení podílu – dosaženo 50% snížení).

## ZÁVĚR

Hlavního cíle projektu, a to zefektivnění výroby na lisovně bylo dosaženo, neboť byly splněny jednotlivé podpůrné cíle projektu.

První z podpůrných cílů se týkal úpravy zápisu a vyhodnocování prostojů a produkce na lisovně. Tento cíl byl splněn, protože vznikly nové kategorie, jež obsahují také podkategorie pro jednoznačné a přesné definování jednotlivých prostojů. Operátor vybírá a zadává odpovídající kategorie dle stanoveného postupu. Tento cíl následně vyústil v implementaci softwaru MES obsahujícího nově vytvořené kategorie a podkategorie z první části práce. Má za cíl snížit dublované operace a tím zjednodušit samotný zápis prostojů operátorem. Také ulehčí práci plánovači výroby a průmyslovému inženýrovi, neboť tento software disponuje automatickým plánováním výroby ze softwaru SAP včetně tvorby reportů. Tento software je již vyvinut a v době dokončování práce se nachází ve fázi testování.

Druhý z podpůrných cílů byl zaměřený na zkrácení času podkategorie fyzické přestavby o **8 %** obsažené v kategorii UB4\_Změna výroby. Tento cíl byl splněn, neboť na základě provedené analýzy po implementaci změn vyšlo průměrné snížení u fyzické přestavby na **9,66 %**.

Třetí podpůrný cíl se týkal prostojevé kategorie UB8\_Transfer seřízení, kde se stanovil cíl na **5%** snížení podílu v této kategorii. Daný cíl byl splněn, přičemž mnohonásobně překročil očekávání projektového týmu, protože došlo ke snížení této kategorie o **50 %**, z původních 4 % na 2 %.

Zkrácení času potřebného pro fyzickou přestavbu zařízení a doseřizování transferu během produkce má pro společnost poměrně velký význam, protože do budoucna bude počet přestaveb růst vlivem snižování velikosti výrobních dávek.

Všech těchto cílů bylo dosaženo zlepšovacemi návrhy konzultovanými na SMED workshopu s operátory. Jednalo se převážně o tvorbu pracovního návodu, matrixu přestaveb, pořízení upínače „zásobníku“ a nastavovacího přípravku „kovové tyče“. Dále zde patří ostatní návrhy, kde jeden ze zásadních představoval přidání práce předákovi směny, jež nebyl do této doby plně využit. Mezi jeho nové povinnosti patří zodpovědnost za stav transferových lišt.

V budoucnu je možné v navazující práci pokračovat výběrem jiných prostojevé kategorií a jejich detailním rozbořením, za účelem snížit podíl prostojů k celkovému času a navýšit produktivní čas zařízení.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- BADIRU, Adedeji Bodunde. c2014, *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, xxvi, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.
- BIRMINGHAM, Fletcher. a Jim. JELINEK. c2007, *Quick changeover simplified: the manager's guide to increasing profits with SMED*. New York: Productivity Press. ISBN 978-1-56327-349-0.
- ČECHURA, Milan; HLAVÁČ, Jan; STANĚK, Jiří. 2015, *Konstrukce tvářecích strojů*. Vyd. 1. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. 109 s. ISBN 978-80-261-0513-8.
- DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. 2005, *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita, vii, 212 s. ISBN 80-7043-416-3.
- DUŠÁK, Karel. 2005, *Technologie montáže: základy. 1. vyd.* Liberec: Technická univerzita v Liberci, 113 s. ISBN 80-7083-906-6.
- ECKES, George. c2001, *The six sigma revolution: how General Electric and others turned process into profits*. New York: John Wiley. ISBN 0-471-38822-x.
- ExaPro blog*, © 2013, *Proces lisování: technika a využití*. [online]. 29/01/2014 [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <http://www.kup-prodej-stroje.cz/proces-lisovani-technika-a-vyuziti>
- FREBERG, Laura. 2014, *Facts 101 Textbook Key Facts, Studyguide for discovering Biological Psychology*. Washington: Content Technologies. ISBN 978-1428861251.
- GEORGE, Michael L. 2003, *Lean Six Sigma for service: how to use Lean Speed and Six Sigma Quality to improve services and transactions*. New York: McGraw-Hill. ISBN 0071418210.
- GREENE, Jack. c2013, *Industrial engineering: theory, practice & application : business and production management, productivity and capacity*. [North Charleston: CreateSpace], 411 s. ISBN 9781482301793.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita. 2013, *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- JUROVÁ, Marie. 2013, *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. 2012, *Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd.* V Praze: C.H. Beck, xxi, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

KLAUS THIEL. 2009, *Manufacturing execution systems optimal design, planning, and deployment*. New York: McGraw-Hill. ISBN 9780071626026.

KORMANEC, Peter. © 2012. *IPA: DMAIC - Model řízení Six Sigma projektu* [online]. 3/2007 [cit. 2018-02-08]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/dmaic-model-řízení-six-sigma-projektu>

LARSON, Alan. c2003, *Demystifying six sigma: a company-wide approach to continuous improvement*. New York: AMACOM. ISBN 0814471846.

MÁDL, Jan, Martin VRABEC a Antonín ZELENKA. 2005, *Technologičnost konstrukce: obrábění a montáže*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 136 s. ISBN 8001032884.

MAŘÍK, Vladimír. 2016, *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 262 s. ISBN 978-80-7261-440-0.

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

MAŠÍN, Ivan. c2003, *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.

MAŠÍN, Ivan. 2005, *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

MAYNARD, Harold Bright a Kjell B. ZANDIN. c2001, *Maynard's industrial engineering handbook*. 5th ed. New York: McGraw-Hill. ISBN 0070411026.

MEYER, Heiko, Franz FUCHS a Klaus THIEL, c2009. *Manufacturing execution systems: optimal design, planning, and deployment*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0071623834.

OTCOVSKÝ, Jaroslav. © 2017. *System online: Jak se vydat na cestu k Průmyslu 4.0?* [online]. 4/2017 [cit. 2018-03-04]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/jak-se-vydat-na-cestu-k-prumyslu-4.0.htm>

PLAČEK, Petr, © 2001-2018. *System online: Úvod do automatizovaného sběru dat ve výrobě* [online]. 8/2009 [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/uvod-do-automatizovaneho-sberu-dat-ve-vyrobe.htm>

*RS Components Sp*, © 2018: *Elektronické komponenty* [online]. [cit. 2018-01-26]. Dostupné z: <https://cz.rs-online.com/web/>



SALVENDY, Gavriel. 2001, *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York: Wiley. ISBN 0-471-33057-4.

SAP ERP, © 2018. [online]. 2018 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/products/enterprise-management-erp.why-sap.html#why-sap>

SINGH, Rajender. 2006, *Introduction to basic manufacturing processes and workshop technology*. New Delhi: New Age International. ISBN 9788122423167.

ŠPELINA, Zdeněk, © 2001-2018. *System online: APS a MES systémy letos masivně nastupují* [online]. 9/2017 [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/aps-a-mes-systemy-letos-masivne-nastupuji.htm>

STŘELEČEK, Jiří, © 2018. *Poradenský portál: DMAIC metoda* [online]. 23/04/2012 [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/dmaic-metoda-1/>

SVOZILOVÁ, Alena. 2011, *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 223 s. Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

SZYDLOWSKI, Tomáš, © 2001-2018. *System online: Jak na data ve výrobních procesech?* [online]. 2015 [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/jak-na-data-ve-vyrobnich-procesech.htm>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2017, *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. Praha: Professional Publishing, 200 s. ISBN 978-80-906594-4-5.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2007, *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 378 s. Expert. ISBN 978-80-247-1479-0.

VOJÁČEK, Antonín, © 2016. *Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0 / Průmysl 4.0?* [online]. 19. Březen 2016 [cit. 2018-03-04]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mimocho-dem/co-je-se-skryva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>

WILSON, Lonnie. 2010, *How to implement lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill. ISBN 9780071625081.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

APO	Advanced Planning Optimization (Detailní plánování výroby)
APS	Advanced Planning and Scheduling
EOQ	Economic Order Quantity
ERP	Enterprise Resource Planning
JIT	Just in Time
kN	Kilo Newton
KPI	Key Performance Indicators
LMS	Line Monitoring System
MES	Manufacturing Execution Systems
MPa	Mega Pascal
NET	Network (sít')
NOK	Špatné kusy, někdy psáno NIO
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Celková efektivnost zařízení)
OK	Dobré kusy, někdy psáno IO
PLC	Programmable Logic Controller (Programovatelný logický automat)
PPS	Production Planning and Control, někdy označovaná i PPC
RFID	Radio Frequency Identification (Identifikace na rádiové frekvenci)
SAP	Service Access Point (Podnikový software)
SMED	Single Minute Exchange of Die
SQL	Structured Query Language (Strukturovaný dotazovací jazyk)
WIP	Work in Process – Rozpracovaná výroba

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Definování pojmu seřízení (Košturiak a Frolík, 2006, str. 107) .....	24
Obrázek 2 – Čtyři druhy plýtvání při seřízení (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 211) .....	26
Obrázek 3 – 8 druhů plýtvání (Mašín, 2000, str. 45).....	28
Obrázek 4 – Nástroje DMAIC (Svozilová, 2011, str. 130) .....	37
Obrázek 5 – Historický vývoj Industry 4.0 (Vojáček, © 2016).....	41
Obrázek 6 – Ukázka vyráběných produktů (Interní zdroje) .....	46
Obrázek 7 – Ukázka kompletní struktury sedáku (Interní zdroje).....	47
Obrázek 8 – Ukázka produktů z předvýroby (Interní zdroje).....	47
Obrázek 9 – Ukázka montážních celků (Interní zdroje).....	48
Obrázek 10 – Ukázka motorů (Interní zdroje).....	48
Obrázek 11 – Ukázka komponentů z divize zámků (Interní zdroje) .....	48
Obrázek 12 – Jednotlivé závody dané skupiny (Interní zdroje) .....	49
Obrázek 13 – Layout lisovny (Interní zdroje) .....	51
Obrázek 14 – Dráha hydraulického a mechanického lisu (Vlastní zpracování).....	52
Obrázek 15 – Schéma postupového lisovacího nástroje (Interní zdroje) .....	53
Obrázek 16 – Ukázka lisu s předúpravou vstupního materiálu (Interní zdroje).....	53
Obrázek 17 – Ukázka vybraného lisu (Vlastní zpracování) .....	54
Obrázek 18 – DMAIC schéma (Interní zdroje) .....	57
Obrázek 19 – Ukázka LMS prostředí (Interní zdroje).....	60
Obrázek 20 – Panel pro výběr kategorií u LMS (Vlastní zpracování) .....	61
Obrázek 21 – Výstup z LMS systému (Interní zdroje).....	61
Obrázek 22 – Ukázka aktuálního stavu stanice u LMS (Interní zdroje).....	62
Obrázek 23 – Výpočet OEE u LMS (Interní zdroje) .....	62
Obrázek 24 – Ukázka monitorování výroby LMS (Interní zdroje) .....	63
Obrázek 25 – Ukázka původního směnového sešitu (Interní zdroje).....	64
Obrázek 26 – Ukázka nového směnového sešitu (Vlastní zpracování).....	74
Obrázek 27 – Grafické vyhodnocení směnového sešitu (Vlastní zpracování) .....	76
Obrázek 28 – Výstup z LMS softwaru (Interní zdroje).....	81
Obrázek 29 – Činnosti velké přestavby (Vlastní zpracování) .....	89
Obrázek 30 – Současná výměna postupové stanice (Vlastní zpracování).....	91
Obrázek 31 – Ukázka vozíku pro odvoz stanic (Vlastní zpracování).....	91
Obrázek 32 – Současné upínače „zásobníky“ (Vlastní zpracování).....	94

Obrázek 33 – Nový zásobník ve 3D modelu (Interní zdroje).....	95
Obrázek 34 – Nově vyrobený zásobník (Vlastní zpracování) .....	95
Obrázek 35 – Ukázka chapadel a hrotů transferové lišty (Vlastní zpracování).....	97
Obrázek 36 – Ukázka chapadla transferu před seřizováním (Vlastní zpracování).....	97
Obrázek 37 – Simulace seřizování chapadla s přípravkem (Vlastní zpracování).....	98
Obrázek 38 – Návrh nastavovacího přípravku (Vlastní zpracování).....	98
Obrázek 39 – Pracovní návod demontáže zákl. nástroje (Vlastní zpracování) .....	101
Obrázek 40 – Pracovní návod montáže zákl. nástroje (Vlastní zpracování) .....	101
Obrázek 41 – Matrix časů přestaveb (Vlastní zpracování).....	103
Obrázek 42 – Základní funkce systému MES (Interní zdroje) .....	105
Obrázek 43 – Ukázka prostředí MES (Interní zdroje) .....	108
Obrázek 44 – Přihlášení operátora do MES (Interní zdroje) .....	108
Obrázek 45 – Grafická podoba aktuální situace MES (Interní zdroje).....	109
Obrázek 46 – Potvrzení vyrobeného množství MES (Interní zdroje) .....	110
Obrázek 47 – Úprava nevhodně zvolených kategorií MES (Interní zdroje) .....	110
Obrázek 48 – Prostor administrativního modulu MES (Interní zdroje) .....	112
Obrázek 49 – Prostor pro automatické plánování výroby (Interní zdroje) .....	113
Obrázek 50 – Princip tvorby reportů (Interní zdroje).....	113
Obrázek 51 – Informační tabule pro vizualizaci výroby MES (Interní zdroje).....	115
Obrázek 52 – Hierarchie podkategorií MES (Interní zdroje) .....	116

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1 – Analýza směnového sešitu dle původní kategorizace (Vlastní zpracování)	67
Graf 2 – Analýza LMS softwaru dle původní kategorizace (Vlastní zpracování).....	67
Graf 3 – Korektura nástroje míra relevance (Vlastní zpracování).....	68
Graf 4 – Činnosti spadající původně do Korektury nástroje (Vlastní zpracování).....	69
Graf 5 – Původní analýza nového směnového sešitu (Vlastní zpracování).....	78
Graf 6 – Původní analýza Korektury nástroje po kategorizaci (Vlastní zpracování)	.79
Graf 7 – Analýza nového směnového sešitu po kategorizaci (Vlastní zpracování) ...	80
Graf 8 – Analýza průměrného OEE podle směn (Vlastní zpracování).....	81
Graf 9 – Analýza Korektury nástroje s novými daty (Vlastní zpracování) .....	82
Graf 10 – Pareto diagram na podíl jednotlivých kategorií (Vlastní zpracování).....	83
Graf 11 – Podíl podkategorií u UB4_Změna výroby (Vlastní zpracování).....	84
Graf 12 – Podíl podkategorií u UB8_Transfer seřízení (Vlastní zpracování) .....	85
Graf 13 – Procentuální podíl činností u malé přestavby (Vlastní zpracování).....	86
Graf 14 – Procentuální podíl činností u velké přestavby (Vlastní zpracování) .....	88
Graf 15 – Report ve formě grafu MES (Interní zdroje).....	114
Graf 16 – Report skutečného a plánovaného množství (Interní zdroje).....	115
Graf 17 – Graf směnového sešitu po změnách (Vlastní zpracování) .....	117
Graf 18 – Podkategorie UB8_Transfer seřízení po změnách (Vlastní zpracování) .	120

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Časový harmonogram projektu (Vlastní zpracování).....	58
Tabulka 2 – Původní kategorie činností na lisovně (Interní zdroje).....	65
Tabulka 3 – Soupis podkategorií k nové kategorizaci (Interní zdroje).....	73
Tabulka 4 – Průměrné časy fyzických přestaveb za 4 měsíce (Vlastní zpracování) ..	84
Tabulka 5 – Činnosti malé přestavby (Vlastní zpracování).....	86
Tabulka 6 – Činnosti velké přestavby (Vlastní zpracování).....	87
Tabulka 7 – Měsíční úspory za vozík s regálem (Vlastní zpracování).....	93
Tabulka 8 – Celkové náklady za vozík s regálem (Vlastní zpracování).....	93
Tabulka 9 – Návratnost investice vozíku s regálem (Vlastní zpracování) .....	93
Tabulka 10 – Průměrný počet přestaveb za 2 měsíce (Vlastní zpracování) .....	96
Tabulka 11 – Návratnost investice upínače (Vlastní zpracování) .....	96
Tabulka 12 – Úspory u návrhu kovové tyče (Vlastní zpracování) .....	99
Tabulka 13 – Návratnost investice kovové tyče (Vlastní zpracování) .....	99
Tabulka 14 – Časy pro tvorbu matrixu přestaveb (Vlastní zpracování) .....	102
Tabulka 15 – Průměrný čas malých přestaveb za 2 měsíce (Vlastní zpracování) ...	104
Tabulka 16 – Průměrný čas velkých přestaveb za 2 měsíce (Vlastní zpracování) ...	104
Tabulka 17 – Report ve formě tabulky MES (Interní zdroje).....	114
Tabulka 18 – Průměrný čas přestaveb před změnami (Vlastní zpracování).....	118
Tabulka 19 – Průměrný čas malých přestaveb po změnách (Vlastní zpracování) ...	119
Tabulka 20 – Průměrný čas velkých přestaveb po změnách (Vlastní zpracování)...	119
Tabulka 21 – Rozdíly mezi časy fyzických přestaveb (Vlastní zpracování) .....	119
Tabulka 22 – Finanční úspory u fyzických přestaveb (Vlastní zpracování).....	120
Tabulka 23 – Úspory u UB8_Transfer seřízení po změnách (Vlastní zpracování) ..	121
Tabulka 24 – Celkové náklady projektu (Vlastní zpracování) .....	122
Tabulka 25 – Celkové úspory projektu (Vlastní zpracování) .....	122
Tabulka 26 – Návratnost projektu (Vlastní zpracování).....	122
Tabulka 27 – Úspory převedené na počet vyrobených kusů (Vlastní zpracování) ..	123

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I – Project Charter

Příloha P II – Skill Matrix časů přestaveb

Příloha P III – RIPRAN (Rizikové zhodnocení projektu)

## PŘÍLOHA P I: PROJECT CHARTER

<b>Project Charter</b>			
<b>Typ projektu</b>	DMAIC		
<b>Název projektu</b>	Zefektivnění výroby na lisovně		
<b>Sponzor</b>	Petr (Manžer předvýroby)		
<b>Vedoucí týmu</b>	Ivo (vedoucí týmu předvýroby)		
<b>Vedoucí projektu</b>	Vlastimil (vedoucí v oblasti FMEA)		
<b>Projektový tým</b>	Ivo, Jiří, Martina, Vlastimil, Lukáš Cigánek		
<b>Popis problému</b>	Poměrně vysoké časy prostojů na lisovně, převážně u přestaveb. Nedokonalé monitorování výroby.		
<b>Rozsah projektu</b>	Definování reprezentativního projektu s cílem snížit prostoje a zlepšit monitorování a sběr dat.		
<b>Rozpočet projektu</b>	Interní zdroje (mzdy), případné dodatečné náklady		
<b>Očekávané rizika a příležitosti:</b>	<b>Umístění:</b> Ostrava <b>Products:</b> Výroba na lisovně - 21 směnový model <b>Team:</b> Definování času pro tým (3 hodiny za týden)		
<b>Doba trvání projektu</b>	<b>Začátek:</b>	<b>17.04.2017</b>	
	<b>Konec:</b>	<b>17.04.2018</b>	
<b>Cíle projektu</b>	<b>Metriky</b>	<b>Cíl</b>	<b>Skutečnost</b>
	Zlepšení monitorování na lisovně	Není definováno	
	Snížení průměrného času fyzické přestavby z kategorie UB4_Změna výroby	Snížení průměrného času fyzické přestavby o 8 %	
	Snížení podílu kategorie UB8_Transfer seřízení	Snížení podílu o 5 % z dané kategorie	
	Zavedení informačního systému MES	Není definováno	
<b>Očekávané úspory</b>	<b>35 000 Kč / měsíc</b>		<b>CZK</b>
<b>Úspory</b>	<b>Potvrzené úspory</b>		
	Potvrzené úspory musí schválit controlling		
<b>Další benefity:</b>	Snížení neproduktivního času výroby Snížení času přestaveb Lepší data pro vyhodnocení Zvýšení spokojenosti zákazníka Snížení dublovaných činností operátora		
<b>Schválení a dokončení projektu:</b>		<b>Schválil</b>	<b>Dokončil</b>
	Sponzor:	Petr	
	Vedoucí týmu:	Ivo	
	Vedoucí projektu:	Vlastimil	
	Ředitel výroby	Petr S.	





# PŘÍLOHA P III – RIPRAN (RIZIKOVÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU)

ID	Hrozba	Pravděpodobnost t hrozby	ID	Scénář	Pravděpodobnost t scénáře	Celková pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Nedodržení časového plánu projektu	40%	1.1.	Ohrožení cíle projektu	70%	28,00%	VD	SHR	Stanovení miniků projektu a pravidelná kontrola samotného plnění. Řešení nedostatků projektu na denní bázi.
			1.2.	Nedokončení projektu	40%	16,00%	SD	MHR	
2	Nespolupráce operátorů	30%	2.1.	Neochota pracovníků reagovat na případné změny	40%	12,00%	SD	MHR	Komunikace s operátory a vysvětlení cílů projektu (vysvětlení benefitů pro společnost a operátory)
			2.2.	Nedodržování vytvořených standardů pracovního postupu	60%	18,00%	VD	SHR	
3	Chybné zpracování analýz	50%	3.1.	Nesprávné data a výsledky	70%	35,00%	VD	VHR	Akceptace rizika, dvojitá kontrola členy projektového týmu.
			3.2.	Špatně stanovené cíle projektu	50%	25,00%	VD	SHR	
4	Nedostatek zkušeností členů projektového týmu	30%	4.1.	Nevřešení problému	70%	21,00%	VD	SHR	Dodatečné školení týkající se daného řešení projektu.
			4.2.	Neporozumění problému a nevytvoření následných návrhů pro zlepšení	30%	9,00%	SD	MHR	
5	Nedostatečná podpora managementu při realizaci projektu	40%	5.1.	Neúplnost projektu	40%	16,00%	SD	MHR	Pravidelná komunikace s vedením společnosti, včetně představení projektu a jeho cílů.
			5.2.	Předčasně ukončení projektu	40%	16,00%	SD	MHR	
6	Ztráta analyzovaných dat	35%	6.1.	Nesplnění stanovených cílů projektu	75%	26,25%	VD	SHR	Častější záloha a kontrola správnosti dat.
			6.2.	Předčasně ukončení projektu	70%	24,50%	VD	SHR	
7	Některé návrhy nebudou implementovány	60%	7.1.	Nedojde k plánovanému navýšení efektivity procesu	70%	42,00%	VD	VHR	Pravidelná komunikace s vedením společnosti, pravidelné vyhodnocování stavu projektu.

Pravděpodobnost škody (Dopad)		
MID	Malý dopad - určité zásahy do	NP
SD	Střední dopad - ohrožení termínů,	NP
VD	Velký dopad - ohrožení cíle a	NP

Pravděpodobnost škody (Dopad)		
Riziko	NP	SP
MID	MHR	MHR
SD	MHR	SHR
VD	SHR	VHR

Celková pravděpodobnost		
NP	Nízká pravděpodobnost pod 33%	NP
SP	Střední pravděpodobnost 33%-66%	NP
VP	Vysoká pravděpodobnost nad 66%	NP

Hodnota rizika a reakce		
MHR	Malá - akceptace	MHR
SHR	Střední - tvorba rizikového plánu	SHR
VHR	Vysoká - vyhnouti se rizika	VHR