

# Návrh nového layoutu pracoviště dělení ve vybrané společnosti

Bc. Matej Kubaloš

---

Diplomová práce  
2023



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: 2022/2023

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Matej Kubaloš**  
Osobní číslo: **M210229**  
Studijní program: **N0488P050002 Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Návrh nového layoutu pracoviště dělení ve vybrané společnosti**

## Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z oblasti návrhu nového layoutu pracoviště.

II. Praktická část

- Kriticky zhodnotte současný stav výrobní haly pracoviště dělení.
- Na základě vypracované analýzy vypracujte projektový návrh nového layoutu pracoviště.
- Zhodnotte navrhované změny.

Závěr

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

**Seznam doporučené literatury:**

- BADIRU, Adedeji Bodunde. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2014, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8.
- DELGADO, Sobrino a Rolando DAYNIER. *Material flow and layout: an integrative analysis*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016, 93 s. ISBN 978-80-7380-600-2.
- DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- CHROMJAKOVÁ, Felicit a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
- KROEMER, ELBERT Katrin E., Henrike B. KROMER a Anna D. KROMER HOFFMAN. *Ergonomics How to Design for Ease and Efficiency*. 3rd. London: Elsevier, 2018, 756 s. ISBN 978-0-12-813296-8.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Hrbáčková, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2023**  
Termín odevzdání diplomové práce: **21. dubna 2023**

L.S.

---

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

---

**prof. Ing. David Tuček, Ph.D.**  
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2023

**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, považuji 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

Jméno a příjmení: MATEJ KOBALDŠ

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Táto diplomová práca sa venuje návrhu a implementácii nového layoutu oddelenia delenia materiálu vo vybranej firme. V teoretickej časti je priblížená teória ohľadom metód merania práce, ergonomické hľadiská práce a samotnej potreby zlepšovania procesov. V praktickej časti sa nachádza popis súčasného stavu pracovísk, ktorý je vyhodnotený z viacerých hľadísk a slúži ako podklad pre tvorbu nových návrhov, implementovaných pomocou projektu. V projektovej časti sú jednotlivé návrhy kriticky zhodnotené a je z nich vybraný najvhodnejší návrh.

Kľúčové slová: Snímok pracovného dňa, MMA, OWAS, layout, Sankey diagram, multikriteriálna analýza

## **ABSTRACT**

This thesis is devoted to the design and implementation of a new layout of the material cutting division in the selected company. In the theoretical part, the theory regarding work measurement methods, ergonomic aspects of work and the very need for process improvement is presented. In the practical part, there is a description of the current state of workplaces, which is evaluated from several points of view and serves as a basis for the creation of new proposals which are implemented as a part of the project. In the project part, individual proposals are critically evaluated, and the most suitable proposal is selected.

Keywords: Layout, OWAS, MMA, Sankey diagram, multicriterial analysis, time study

Ďakujem Ing. Lucií Hrbáčkovej Ph.D. za cenné rady a vedenie tejto diplomovej práce. Rovnakým dielom ďakujem kolegom a blízkym za podporu popri štúdiu procesného inžinierstva a písaní tejto diplomovej práce. Takisto ďakujem vedeniu spoločnosti za možnosť spracovania tejto diplomovej práce a motivácií v priebehu jej tvorby.

*“Everything we hear is an opinion, not a fact.*

*Everything we see is a perspective, not the truth.”*

— Marcus Aurelius

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 POTREBA ZLEPŠOVANIA PROCESOV</b> .....	<b>12</b>
1.1 ŠTÍHLA VÝROBA – LEAN PRODUCTION .....	13
<b>2 METÓDY A NÁSTROJE NA ZLEPŠOVANIE PROCESOV VO VÝROBE A ELIMINÁCIU PLYTVANIA</b> .....	<b>15</b>
2.1 PDCA MODEL .....	15
2.2 MAPOVANIE TOKU HODNÔT, SPAGHETTI A SANKEY DIAGRAM.....	16
2.3 KAIZEN .....	17
<b>3 METÓDY PRIEMYSLOVÉHO INŽINIERSTVA</b> .....	<b>19</b>
3.1 SNÍMKOVANIE PRACOVNÉHO DŇA .....	19
3.2 MOMENTOVÝ SNÍMOK PRACOVISKA .....	19
3.3 OWAS .....	20
<b>4 ERGONÓMIA NA PRACOVISKU</b> .....	<b>21</b>
<b>5 PRINCÍPY PRI NÁVRHU LAYOUTU</b> .....	<b>23</b>
5.1 ZÁKLADNÉ TYPY ROZMIESTNENIA PRACOVÍSK .....	23
<b>6 TECHNOLOGIE VYUŽÍVANÉ NA DELENIE MATERIÁLU</b> .....	<b>25</b>
6.1 DELENIE REZANÍM.....	25
6.2 STRIHANIE.....	26
<b>7 RIADENIE PROJEKTOV</b> .....	<b>27</b>
7.1 RIZIKOVÁ ANALÝZA RIPRAN .....	27
7.2 ROZHODOVANIE METÓDOU DMM.....	27
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>29</b>
<b>8 PREDSTAVENIE VYBRANÉHO PODNIKU</b> .....	<b>30</b>
8.1 ZÁKLADNÉ CHARAKTERISTIKY FIRMY .....	30
8.1.1 Organizačná štruktúra .....	31
8.2 PRODUKTOVÉ PORTFÓLIO (VÝROBKY SPOLOČNOSTI) .....	32
<b>9 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU</b> .....	<b>34</b>
9.1 SYSTÉM HODNOTENIA PRODUKTIVITY VO VYBRANEJ FIRME.....	35
9.2 ZÁKLADNÝ POPIS ODDELENIA .....	36
9.3 RIADENIE ZÁKAZIEK VO VÝROBE .....	37
9.3.1 Plánovanie kapacít výroby .....	37
9.4 ANALÝZA NORIEM.....	39

9.4.1	Snímkovanie pracovnej zmeny Schelling .....	41
9.5	LAYOUT ODDELENIA V SÚČASNOSTI.....	44
9.5.1	Využitie plochy na stávajúcom oddelení .....	45
9.6	TOKY MATERIÁLU NA ODDELENÍ DELENIA MATERIÁLU .....	45
9.6.1	Popis k legende Sankey diagramu.....	49
9.7	ANALÝZA STROJOV NA PRACOVISKÁCH .....	50
9.7.1	Analýza snímku MMA.....	50
9.8	ANALÝZA PRACOVNÍKOV .....	52
9.8.1	OWAS analýza na oddelení .....	53
9.9	ZHRNUTIE ANALYTICKEJ ČASTI .....	57
<b>10</b>	<b>CHARAKTERISTIKA PROJEKTU .....</b>	<b>59</b>
10.3	RIZIKOVÁ ANALÝZA .....	62
<b>11</b>	<b>NAVRHOVANÉ KONCEPTY A POSTUP PROJEKTU.....</b>	<b>64</b>
11.1	POSTUP VÝBERU VHODNÉHO OTRYSKÁVACIEHO ZARIADENIA.....	64
11.1.1	Výpočet nákladov a návratnosti technológie tryskania.....	67
11.2	TVORBA NÁVRHOV NOVÉHO ROZLOŽENIA STROJOV .....	68
11.3	POPIS VYTVORENÝCH NÁVRHOV .....	70
11.5	VLOŽENIE ŽERIAVOV DO VYBRANÉHO NÁVRHU .....	74
11.6	ODSTRÁNENIE NEDOSTATKOV Z PREDCHÁDZAJÚCEHO ROZMIESTNENIA STROJOV .....	74
<b>12</b>	<b>EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE PROJEKTU .....</b>	<b>76</b>
	<b>ZÁVER .....</b>	<b>77</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>	<b>78</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....</b>	<b>81</b>
	<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>	<b>82</b>
	<b>ZOZNAM TABULIEK .....</b>	<b>83</b>
	<b>ZOZNAM PRÍLOH.....</b>	<b>84</b>



## ÚVOD

Táto diplomová práca popisuje tvorbu návrhu a implementácie nového layoutu oddelenia delenia materiálu vo vybranej firme. Rozhodnutie tvorby nového usporiadania padlo ako ďalší krok spoločnosti udržať si aj v tejto dobe konkurencieschopnosť. Od nového usporiadania a príchodu novej technológie sa očakáva zefektívnenie výrobného procesu a zvýšenia produktivity podniku. V teoretickej časti bude priblížená potreba zlepšovania procesov a prístupy k zlepšovaniu procesov. Postupne sú popísané jednotlivé metódy analýzy vykonávané v praktickej časti. Ďalej sú priblížené technológie používané na pracovisku. Prístupy k layoutu majú svoj odborný základ taktiež spolu s ergonómiou na pracovisku obsiahnutý v teoretickej časti.

Praktická časť začína popisom spoločnosti v ktorej bola táto diplomová práca spracovávaná, jej portfólio výrobkov, ich popis a približuje kľúčové aspekty, ktorými sa hodnotí produktivita na pracovisku. Vieme tu nájsť popis toku zákaziek v spoločnosti, kedy sa od začiatku, vytvorenia zákazky, dostáva pokyn do výroby a následného spracovania v dostatočnej kvalite, množstve a termínoch. Ďalej sú priblížené jednotlivé kroky projektu od počiatočnej myšlienky, ktorá formovala celú tendenciu zlepšiť procesy na pracovisku, skrz výberové konanie využité na nájdenie vhodného dodávateľa na technológiu tryskania až po tvorbu jednotlivých verzií rozmiestnenia strojov, analýzu plánovaných tokov materiálu, výberu optimálnej verzie layoutu podľa určených kritérií, tvorbu podkladov na inštaláciu a ekonomické zhodnotenie nového rozmiestnenia strojov a výpočtu jeho návratnosti. Rovnako v praktickej časti nájdeme aj časť analytickú, ktorá sa zaoberá jednotlivými analýzami vytvorenými na stávajúcom rozložení oddelenia. Tu boli použité analýzy ako snímkovanie pracovného dňa, Sankey diagram na vizualizáciu tokov na pracovisku, metóda momentového snímkovania slúžila na priblíženie práce na pracoviskách, Ako podklad slúžili dvojmesačné výkazy práce upravené na výkon strojov za zmenu. Ergonomická analýza pracoviska, prebiehala zistením nedostatkov a vyhodnotením s potenciálom zlepšenia pre nové rozmiestnenie strojov. Na analýzu pracovných polôh bola vybraná metóda OWAS, ktorá kategorizovala jednotlivé zistenia podľa vplyvu na pracovníka. Vďaka týmto popisom diania na pracovisku sme mali možnosť dostať prehľad o tom, čo môžeme očakávať od nového usporiadania a aké benefity by malo mať oproti stávajúcemu rozloženiu.

## CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE

Cieľom tejto diplomovej práce je navrhnutie optimálneho layoutu oddelenia delenia materiálu pre vybranú spoločnosť. Medzi jednotlivé ciele patrí analýza súčasného stavu, ktorý bude použitý ako podklad pri budovaní nového rozmiestnenia strojov, výber vhodného dodávateľa novej technológie a jej implementácia do layoutu s cieľom efektívnejšieho využitia pracovného priestoru.

Teoretická časť sa skladá z niekoľkých kapitol, ktoré popisujú jednotlivé okruhy, ktorým je venovaná pozornosť v praktickej časti. Medzi kapitoly patri popis potreby zlepšovania procesov, kde je rovnako popísaná štíhla výroba, rovnako ako niektoré metódy a nástroje na zlepšovanie procesov. Ďalej sa nachádza popis jednotlivých metód priemyslového inžinierstva, ktoré boli použité v analytickej časti tejto diplomovej práce. Ostatné časti popisujú ergonómiu na pracovisku, teóriu tvorby layoutu a technológie s ktorými sa pracuje v spoločnosti. Poslednou kapitolou je popis riadenia projektov.

Praktická časť tejto diplomovej práce je rozdelená do piatich kapitol v dvoch blokoch a tými je analytická a projektová časť. Analytická časť sa venuje vizualizácií a popisu nazbieraných dát v stávajúcom rozmiestnení strojov podobne ako popisu fungovania operatívnej výroby v podniku. Okrem materiálových tokov vizualizovaných pomocou Sankey diagramu sa tu nachádzajú jednotlivé analýzy, ktoré približujú súčasný stav pracoviska, ktorý je potrebné zdokumentovať pred návrhom nového rozmiestnenia strojov. Okrem analýz strojov a noriem sú spracované aj analýzy nedostatkov z ergonomického hľadiska, ktoré je vyhodnotené metódou OWAS. Projektová časť určuje jednotlivé náležitosti projektu, jeho popis, harmonogram, rovnako ako popis navrhovaných riešení, ich obmedzení a rozhodnutia pomocou multikriteriálnej analýzy.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 POTREBA ZLEPŠOVANIA PROCESOV

Zlepšovanie procesov je potrebné a vítané v tejto dobe z hľadiska udržania si konkurencieschopnosti firmy. Na to aby bolo možné proces zlepšovať musí byť známa jeho stávajúca podoba, ktorá vie pri analýze ukázať aké sú logické kroky pre ďalšie zlepšenie. Autor v tejto súvislosti hovorí o „prirodzenom procesnom prístupe“. (Řepa, 2007) Pri zlepšovaní procesov je dôležité zamerať sa hlavne na ich kvalitu, produktivitu a dobu za ktorú daný proces prebehne. Snaženie by malo byť smerované k eliminácii činností, ktoré nepridávajú hodnotu a náklady, ktoré sú z hľadiska procesu nepotrebné (Svozilová, 2011). Kľúčovým prvkom pri zlepšovaní procesov sú pracovníci, ktorý daný proces detailne poznajú a podieľajú sa na zmene. Rovnako nájdeme názor, že zlepšovanie odzrkadľuje spôsob existencie podniku (Chromjaková, Rajnoha, 2011). Toto zlepšenie vychádza zo znalostí účastníkov procesu alebo zo znalosti súčasnej podoby procesu.

Ak sa začne obmedzovať plytvanie zdrojmi s cieľom zvyšovania produktivity firmy a jej rastu je možné povedať, že ide o štíhlu výrobu (Coleman, 2015). Aktivitu je potrebné sledovať z pohľadu toho, či je nimi pridávaná hodnota. Takto je možné hovoriť o tom, že spoločnosť vie vyrobiť viac, za menej času. Ak sa spoločnosť podieľa na eliminácii plytvania musí sa zamerať na osem základných podôb plytvania a to sú podľa Colemana (2015):

- Čakanie – Ak pracovník čaká nevytvára pridanú hodnotu. Namiesto čakania vie zamestnanec tvoriť hodnotu napríklad na inom pracovisku alebo činnosti
- Zásoby – zásoby sú do určitej medze potrebné pre výrobný proces, no ak sú zbytočne veľké, čo predstavuje zbytočné náklady, ktoré môžu vzniknúť poškodením, expiráciou alebo už len tým, že zaberajú miesto, ktoré by bolo možné alternatívne využiť.
- Vady- pod vadami si je možné predstaviť nielen zmätky z výroby ale aj náklady spojené s odstraňovaním pochybení. Tu platí, že čím neskôr vo výrobnom procese na nezhodu prídeme, tým je táto vada pre spoločnosť drahšia.
- Zbytočná preprava – akákoľvek preprava medzi stanoviskami nad rámec je plytvaním času a energie.
- Pohyb – Zbytočné pohyby vznikajú chybným rozložením pracovného miesta a nástrojov. Malá efektívnosť v pohybe vie plytvať časom ale aj zvyšuje riziko vzniku zranenia.

- Nadvýroba – Táto forma vie byť považovaná za jednu z najzásadnejších pretože prispieva k ostatným formám plytvania. Nadvýrobu je možné chápať ako situáciu, ak výrobok alebo službu, ktorú máme vyrobenú, nevieme predat' alebo zužitkovať'. Autor ďalej popisuje, že ideálna situácia by nastala ak sa bude vyrábať len ak to zákazník vyžaduje.
- Proces – toto plytvanie je možné popísať ako činnosti, ktoré sú vykonávané nad rámec potreby a teda nepridávajú žiadnu pridanú hodnotu. Tu je možné nájsť napríklad udržiavanie kvality vyššej ako po spoločnosti vyžaduje zákazník.
- Nevyužitie potenciálu – Ak z akéhokoľvek dôvodu nie je využívaný plný potenciál zamestnancov, môže sa toto plytvanie ukázať na nižšej celkovej morálke všetkých vo výrobnom procese.

## 1.1 Štíhla výroba – Lean production

Tento pojem popisuje komplexný systém, ktorý sa orientuje na zmenu riadenia výrobných postupov, na podnet ľudí s podporou technologického vybavenia. Cieľom tejto myšlienky je dosahovanie čo najväčšej efektivity a optimalizácie procesov vo výrobe. Avšak tento koncept nie je len použiteľný vo výrobe, no taktiež v administratíve. Autori ďalej popisujú niekoľko spôsobov ako implementovať koncept štíhlej výroby do spoločnosti. (Chromjaková, Rajnoha, 2011)

Prvým je Just-in-Time – tento princíp sa zameriava na optimalizáciu procesov vďaka odstraňovaniu jednotlivých neproduktívnych činností, tak aby bola zabezpečená len výroba pridávajúca hodnotu. Total Quality Control je princíp si zakladá na tvorbe kvality skrz všetkých zúčastnených tak, aby bol produkt vyrobený na prvýkrát správne. Toto je možné dosiahnuť odstraňovaním a prevenciou chýb v procesoch. Predposledným princípom je totálne preventívna údržba, ktorá sa snaží o minimalizáciu neplánovaných porúch strojov vďaka správne nastavenej údržbe, ktorá vie zvýšiť spoľahlivosť výrobného procesu. Poslednou súčasťou je počítačom podporovaná výroba. Tá má na starosť podporu pri vzniku produktu, no taktiež konceptov organizácie výroby. (Chromjaková, Rajnoha, 2011)

Štíhla výroba má počiatok v továrňach Henryho Forda, ktorý vytvoril v tom čase novú metódu montážnej linky. Tá sa snažila o elimináciu činností, ktoré nepridávali hodnotu a snažila sa čo najviac optimalizovať výrobu automobilu. Viac túto myšlienku rozvinula spoločnosť Toyota, ktorej je koncept štíhlej výroby pripisovaná. Základnou myšlienkou systému, ktorý je „Lean“ patrí eliminácia rôznych foriem odpadu (plytvania), zabezpečenie

nepretržitého toku a systém výroby ťahom, ktorý obmedzuje rozpracovanosť výroby v spoločnosti. Ťahový systém spoľieha na kontrolované spúšťanie dávok vo výrobe, tak aby boli spracovávané bez tvorby zásob medzi jednotlivými operáciami.(Badiru,2014)

Ak spoločnosť chce implementovať štíhlu výrobu musí podľa Svozilovej (2011) vychádzať z určitých predpokladov, ktorými sú:

- plytvanie, ktoré sa nachádza v procesoch môže nadobúdať rôznym formám
- rýchlosť uplatnenia zmeny v zavedenom procese je kritickým ukazovateľom
- Procesy nemôžu byť zastavené
- Zmeny v procesoch musia byť podporené systémovým jednaním, rovnako ako zmeny musia zasiahnuť všetky súvisiace oblasti ako je personál, procesné systémy a technológie

Práve Just-in-time je rovnako popisovaná ako metóda, ktorá nám prináša väčšie množstvo použiteľného kapitálu, vďaka znižovaniu rozpracovanej výroby, množstva skladovaného materiálu. Celá myšlienka je nastavená tak, aby bol celý výrobný proces čo najúspornejší a najrýchlejší, a vykonávaný vtedy, keď je naozaj potrebný. Tento ušetrený kapitál môže byť investovaný napríklad do ďalšieho vývoja produktu. (Kavan, 2002). Túto metódu rovnako popisuje Delgado (2016), kde spomína, že výroba produktu pomocou just-in-time metódy by mala byť v rovnováhe s dopytom po danom produkte v danom časovom horizonte.

## 2 METÓDY A NÁSTROJE NA ZLEPŠOVANIE PROCESOV VO VÝROBE A ELIMINÁCIU PLYTVANIA

Metódy priemyselného inžinierstva priamo pomáhajú pri eliminácii plytvania v obr. 1 podľa Srchovej (2009) si je možné všimnúť jednotlivé použitie metód, ktoré riešia konkrétne podoby plytvania.

Muda (plýtvání)	Nadprodukce	Zásoby	Plochy	Čas přesunů	Transport	Prostoje	Opravy / chyby
<b>Metody průmyslového inženýrství</b>							
Visuální management		x					
5S		x	x	x		x	x
TPM		x				x	x
Rychlé přeseřizování	x					x	
Q - nástroje	x						x
Rozpad cílů	x						x
TOP							x
Řízení spotřebou	x	x			x		
Štíhlá výroba	x					x	
Standardizovaná práce						x	
Ship to line			x		x		
Rychlé reakční systémy						x	
Rozvoj dodavatelsko-odb. vztahů		x				x	
Plánování životního cyklu produktu	x						
Tokově orientovaný layout			x	x	x		
Kaizen				x	x	x	x

Obrázok 1 - podpora eliminácie plytvania konkrétnymi metódami PI (Srchová, 2009)

### 2.1 PDCA model

Tento model je veľmi používaným nástrojom pri neustálom zlepšovaní výrobných procesov. Pozostáva zo štyroch častí Plan, Do, Check, Act.

- Plan – identifikácia a analýza súčasného problému
- Do – Vytvorenie riešenia a jeho implementácia do procesu
- Check - Vyhodnotenie výsledku činnosti, či daná operácia dosiahla to, čo mala
- Act – Štandardizácia riešenia problému tak, že ak by nastal znova riešenie bude plynulé a rýchle (Johnson, 2002)

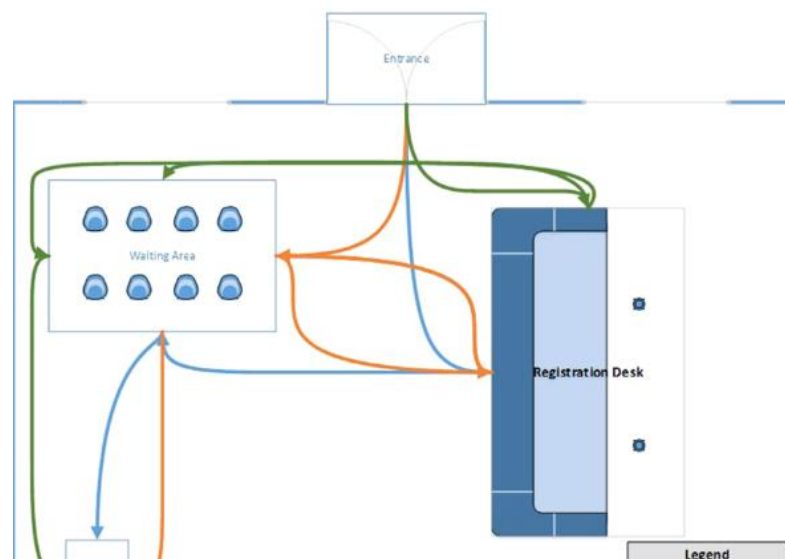
Pri používaní tohto modelu je rozlišované medzi dvoma možnosťami intervencie. Dočasná, ktorá na krátku dobu vyrieši problém a trvalá, ktorá má za úlohu nájsť a eliminovať počiatok riešeného problému tak, aby bol proces upravený a teda môže byť povedané, že ide

o neustále zlepšovanie. To, že je použitý PDCA model poukazuje aj na skutočnosť, že sú stále hľadané nové možnosti a spôsoby ako danú činnosť vykonať efektívnejšie. (Sokovic, Pavletic a Pipan, 2010). Tým, že je PDCA model nástrojom neustáleho zlepšovania, nikdy nekončí a stále sa posúva vpred, čo znamená motiváciu pracovníkov k ďalšiemu zlepšovaniu štandardizovaných procesov (Imai, 2004)

## 2.2 Mapovanie toku hodnôt, Spaghetti a Sankey diagram

Mapovanie toku hodnôt (Value stream mapping) pomáha sledovať ako sa materiál a informácie presúvajú vo výrobe, kde a akú dobu zostávajú na rôznych stanoviskách a koľko z tohto času (lead time) pridáva výrobku hodnotu. Táto metóda bezprostredne procesy nezlepšuje, no pomáha analyzovať a pochopiť jednotlivý sled činností, ich efektivitu. Mapovanie toku hodnôt vie určiť možnosti zlepšenia procesov, no jeho nevýhodou je, že nedosahuje do nedostatočnej hĺbky a preto by bolo vhodnejšie kombinovať tento nástroj s inými, autor napríklad spomína katu zlepšovania. (Rother, 2017)

Na vizualizáciu materiálového toku je možné použiť aj diagramy ako sú napríklad Sankey diagram alebo Spaghetti diagram. Najjednoduchším z týchto dvoch je Spaghetti diagram, ktorý funguje na princípe zakreslenia si jednotlivých ciest zamestnanca po pracovisku za určitý čas (Jurová a kol., 2016). Takto vieme zistiť, či je daná činnosť efektívne zorganizovaná na definovanom pracovisku a či je v jednotlivých cestách rád (Marriot, 2018).



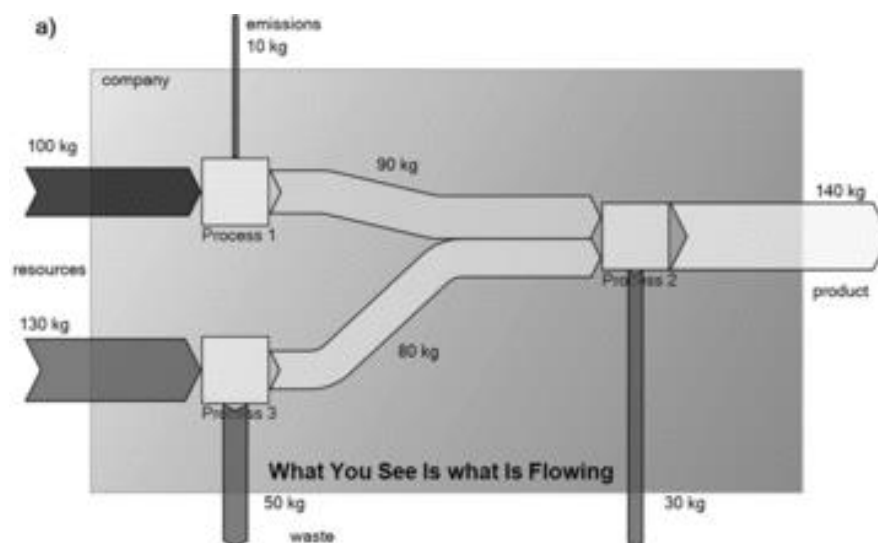
Obrázok 2 - Spaghetti diagram (Marriot, 2018)



Ďalším je Sankey diagram, ktorý je prepracovanejší a ukazuje aj množstvo materiálu, ktorý je presúvaný. Na tieto dve metódy existuje aj softwarová podpora, ktorá je určite vítaným pomocníkom pri analýze toku hodnôt. (Jurová a kol., 2016). Sankey diagram bol prvýkrát použitý ako vizualizácia energetickej efektívnosti parných motorov v roku 1898. Tento diagram bol natoľko pútavý, že sa rýchlo rozšíril aj do iných oblastí. Vzhľadom k tejto skutočnosti Sankey diagram má minimálne obmedzenia, čo sa týka tvorby aj keď sa všeobecne postupuje podľa niektorých pravidiel ako sú:

- Diagram zobrazuje kvantitatívnu veľkosť sledovanej jednotky.
- Množstvo sledovanej jednotky je zobrazené šírkou šípky, čiary, ktorá sa proporčne s narastajúcim množstvom zväčšuje.
- Zásoby nie sú sledované.
- Rovnováha energie a hmotnosti je zachovaná

(Schmidt, 2008)



Obrázok 3 – Sankey diagram toku materiálu (Schmidt, 2008)

### 2.3 Kaizen

Keď bola spomenutá štíhla výroba musí byť spomenutý aj Kaizen, ten sám nie je postup ale skôr myslenie. V japončine toto slovo znamená zlepšovanie. Kaizen zastrešuje všetky spôsoby vylepšenia produktu alebo aktivity. Tu je možné spomenúť Kaizen dáždnik, ktorý túto spôsobilosť má. Pod ním je možné nájsť postupy ako sú Just-in-Time, Kanban, systémy odporúčania, TPM a tak ďalej. Základnou myšlienkou s ktorou sa spája Kaizen je štandardizácia, ktorá má nastať ako prvá a až po nej môže prísť zlepšenie procesu výroby.

Neustále zlepšovanie je možné vidieť v tom, že zlepšením vzniknú vyššie štandardy. Tam kde inovácie postupujú drastickým tempom, Kaizen si zakladá na postupnom a neustálom vylepšovaní malými krokmi. Implementácia zlepšovania začína na pracovisku, tam kde je pridávaná hodnota a sú riešené problémy (Gemba) (Wittenberg, 1994). Podľa Imai (2004) taktiež Kaizen znamená zlepšovanie, no rovnako znamená neustále prebiehajúce zdokonaľovanie, ktoré sa netýka len určitých celkov v spoločnosti, no týka sa všetkých, dokonca prechádza za hranice pracovného života. Dennis (2015) v tomto spomína, že naše procesy sú hlavne tvorené neproduktívnou zložkou a ak dosiahneme stabilitu, môžeme sa zlepšiť. V tomto pomáha štandardizácia práce, vďaka ktorej máme možnosť merať úspechy v zlepšovaní, ktoré nám Kaizen ponúka.

### 3 METÓDY PRIEMYSLOVÉHO INŽINIERSTVA

#### 3.1 Snímkovanie pracovného dňa

Snímkovaním pracovného dňa sledujeme spotrebu času priamo a v objemoch spotrebovávaných pracovníkom alebo strojom po celú pracovnú zmenu. Najčastejšie sa takto získané údaje analyzujú s cieľom zistiť druh a veľkosť jednotlivých činností pri ktorých môže dochádzať k strate výkonnosti sledovaného subjektu. Výstupy zo snímkovania sa môžu použiť:

- Ako podklad pre zlepšovanie organizácie práce a odstraňovanie nedostatkov
- Zaistenie príčiny malého výkonu sledovaného subjektu
- K bližšiemu pochopeniu vysoko produktívnych výrobných postupov
- K poznaniu využitia pracovníkov, strojov na pracovisku
- Na zistenie potrebného počtu pracovníkov na danú činnosť a nastavenie noriem

(Lhotský, 2005)

Jednotlivé činnosti, ktoré pracovník vykonáva spotrebovávajú čas. Táto spotreba sa rozlišuje ako čas po ktorý je vykonávaná práca alebo prestávka, časy, ktoré sú potrebné a pridávajú hodnotu a časy zbytočné. Autor rovnako spomína rozdelenie časov na jednotkové, dávkové a zmenové. Pri snímkovaní činností stroja vieme zvoliť prístup, kde jednotlivé časy skúmajú chod stroja. Pre snímkovanie pracovného dňa existuje niekoľko charakteristických črtou a tými je neprerušované pozorovanie diania na zmene rovnako ako aj záznam všetkých vykonaných činností v rámci smeny. Autor rovnako spomína základné rozdelenie snímkovania do troch etáp, ktoré začínajú s prípravou na dané pozorovanie pracovnej zmeny. Výkonnou časťou je samotné pozorovanie a zber dát priamo na pracovisku. V závere snímkovania dáta kategorizujeme do jednotlivých skupín podľa povahy spotreby času a vyhodnotíme snímkovanie. (Kráľ, 2001)

#### 3.2 Momentový snímok pracoviska

Táto metóda nám pomocou štatisticky zisťuje jednotlivé podiely pozorovaných činností v celkovom čase práce (pracovnej zmeny). Momentový snímok pracoviska oproti snímku pracovného dňa nepracuje s meraním pomocou zaznamenávania času. (Kráľ,2001) Tento druh snímkovania vychádza z teórie o pravdepodobnosti a to z myšlienky, že ak vyberieme

dostatočný počet náhodných údajov (činností), ich rozdelenie a pomer nám bude reprezentovať celok (realitu) takisto ako keby sme merali celý priebeh. Výhodou tejto metódy je menšia časová náročnosť oproti snímku pracovného dňa a fakt, že pozorovateľ nemusí byť prítomný na pracovisku po celú dobu. Pri pozorovaní sa sleduje početnosť jednotlivých činností vykonávaných na pracovisku a vďaka ich podielu k celkovému trvaniu zmeny vieme určiť spotrebu času týchto činností. Prípad, kedy je vhodné použiť túto metódu je napríklad ak má pozorovateľ za úlohu snímkovať dianie na pracovisku, kde pracuje súčasne viac pracovníkov. Metódou momentového snímkovania takto vie zaznamenať jednotlivé dianie aj keď na úkor podrobného popisu jednotlivých činností. (Lhotský, 2005)

### 3.3 OWAS

OWAS analýza je metódou priameho merania, ktorá vďaka systému kódovaných polôh určuje pravdepodobnosť s ktorou môže nastať zranenie pracovníka. (Stanton, 2005)

Táto metóda bola vytvorená v 70-tych rokoch 20. storočia Fínskymi oceliariami. Jednou z hlavných podmienok tejto ergonomickéj metódy je jednoduché použitie aj netrénovaným personálom. To ale neznamená, že by boli výsledky nepresné, práve naopak. OWAS používa jednoduchú analýzu častí tela ako je chrbát, ruky, nohy a záťaž pôsobiacu na telo. Jednotlivé časti majú svoje označenie podľa efektu postoja na telo. Z výsledku je možné určiť kategóriu naliehavosti zmeny pracovného postoja. (Brandl, Mertens a Schlick, 2017)

## 4 ERGONOMIA NA PRACOVISKU

Už v pradávnych dobách človek vyrábala nástroje, ktoré mu pomáhali pracovať efektívnejšie ako holými rukami. Všetky nástroje boli tvorené ľuďmi tak aby spĺňali ich požiadavky. Kroemer (2018)

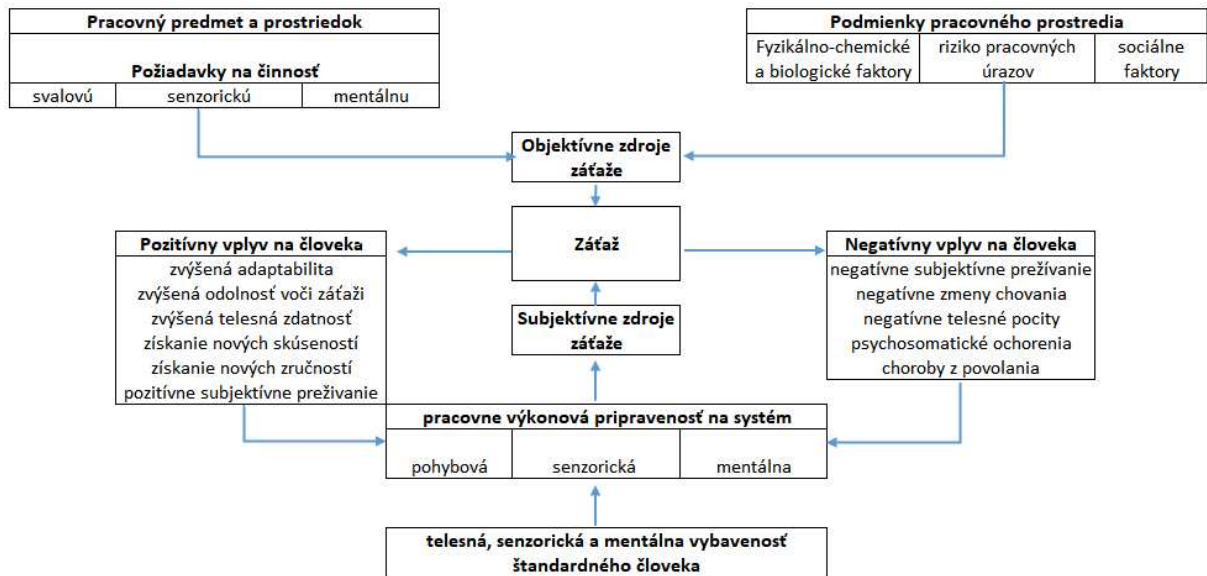
Pojem ergonomia vychádza zo spojenia dvoch gréckych slov a to ergon, ktoré znamená práce a nomos predstavujúce zákon alebo pravidlo. Toto slovo vzniklo syntézou zámerne, tak aby reprezentovalo rovnocenné pôsobenie týchto disciplín na vznik ergonomie. Táto disciplína sa zaoberá analýzou vzťahu človeka a jeho interakcie s okolím, vďaka ktorej je možné zvýšiť komfort, výkonnosť a aj zdravie. Medzi jednotlivé oblasti patrí:

- Fyzická ergonomia, ktorá sleduje vplyv práce a pracovných podmienok, prostredia na ľudské zdravie. Pod fyzickou ergonomiou si vieme predstaviť jednotlivé výzvy ako sú manipulácia s bremenami, opakované činnosti, choroby z povolania, usporiadanie pracovného miesta a v neposlednom rade bezpečnosť na pracovisku.
- Psychická ergonomia sleduje jednotlivé psychické faktory práce ako je pamäť, sústredenie sa. Sem patria všetky interakcie, ktoré využívajú mentálnu energiu pracovníka pri rozhodovaní, pri interakciách s okolím, ktoré môžu byť podmienené stresom prípadne psychickou záťažou.
- Poslednou oblasťou je organizačná ergonomia, ktorá sa snaží o optimalizáciu jednotlivých celkov, postupov a stratégií pri ľudskej činnosti ako napríklad komunikácií, spolupráce a režimoch práce a odpočinku.

(Gilbertová, 2002)

Ergonomia vychádza z dvoch rôznych prameňov. Jedným z nich bola prevencia zdravia pred rizikami v pracovných podmienkach. Druhým je zvyšovanie ľudského výkonu, ktorého zvyšovanie je jedným z priorít zamestnávateľov. Ergonomia vedená ako prevencia pred rizikami na pracovisku vznikala postupne vďaka zvyšovaniu produktívneho veku, kde sa viac a viac kládli nároky na prevenciu pred vznikom zranení obmedzujúcich činnosť pracovníka. Frederick W. Taylor vďaka svojmu prístupu, ktorý poukazoval na jednu metódu ako prácu správne a efektívne vykonávať významne napomáhal druhému prameňu a teda ergonomií zvyšujúcej ľudský výkon. Ten vďaka štandardizácií používaných nástrojov a činností zvýšil výkon pracovníkov a tým aj ich mzdy. Odvtedy sa vyvinuli mnohé prístupy v ergonomií a dizajnu pracovísk, ktoré napomáhajú obom smerom. (SCHLICK, 2009)

Jedným z ľudských faktorov je výkon, ktorý nielen ovplyvňuje rýchlosť ale aj kvalitu odvedenej práce človekom. Existuje mnoho faktorov, ktoré pri výkone činnosti ovplyvňujú podaný výkon pracovníka. Za následok môžu byť zmeny v motivácii a zdraví jedinca. (Bađiru, 2014) Výkon pracovníka je jedným zo sledovaných ergonomických parametrov. Pod výkonom si môžeme predstaviť vykonávať určitú činnosť v čase. Táto činnosť môže byť kvantitatívne a kvalitatívne sledovaná určitými ukazovateľmi. Tento výkon bol však stúpajúcimi poznatkami z rôznych disciplín limitovaný. Každá činnosť, ktorú vykonáva človek so sebou nesie určitý druh záťaže, ktorej dôsledky vieme odvodiť priamo od pripravenosti a spôsobilosti človeka na jej výkon. Táto záťaž môže byť nadlimitná, kedy dochádza k preťaženiu a sublimitná, kedy človek nevyužíva celý objem svojej výkonovej kapacity. (Gilbertová, 2002)



Obrázok 4 – Vplyv záťaže na človeka (podľa Gilbertová, 2002)

## 5 PRINCÍPY PRI NÁVRHU LAYOUTU

### 5.1 Základné typy rozmiestnenia pracovísk

Poznáme niekoľko typov usporiadania pracovísk, ktoré majú vplyv na efektivitu výrobného systému, z časti vďaka zaručeniu plynulosti materiálových tokov.

**Predmetné usporiadanie** – Toto usporiadanie nám zaručuje vysoký prietok materiálu skrz jednotlivé výrobné operácie, ktoré na seba nadväzujú podľa potreby vyrábaného produktu. Tento typ rozmiestnenia nám zaručuje nízke výrobné náklady vďaka svojej efektívite. Ďalším pozitívom je podpora automatizácie rutinných činností v procese. Naopak nevýhodou je tendencia spadnutia systému (výrobnej linky) v prípade zlyhania určitej časti ako napríklad materiálu alebo ľudí. Rovnako je tento typ usporiadania málo flexibilný a orientuje sa na veľmi úzke portfólio výroby.

**Technologické usporiadanie** – je opakom predmetného usporiadania, kedy sú stroje zhľukované podľa jednotlivých technológií. Takéto usporiadanie je veľmi flexibilné a vie pokryť širokú škálu portfólia výrobkov. Stroje sú v tomto usporiadaní lacnejšie na nákup a rovnako údržbu. Celý systém je rovnako húževnatejší a menej náchylný na výpadky výroby. Práve kvôli orientácii na flexibilitu je toto usporiadanie menej efektívne, vyžaduje transport materiálu medzi pracoviskami a je zložitejší z hľadiska riadenia.

**Pevné usporiadanie projektu** – ide o špeciálny typ usporiadania, ktoré je vytvárané v prípade náročných výrob a konštrukcií produktu, ktorý je mnohokrát skladaný z veľkého počtu komponentov. Toto usporiadanie zastrešuje mnoho tímov na jednom mieste špecializujúcich sa na tvorbe daného produktu.

**Kombinované usporiadanie** – zastrešuje akúkoľvek z vyššie spomenutých variácií, ktoré zabezpečujú ideálny typ usporiadania pre daný typ výroby.

**Bunková výroba** – Vďaka vysokým požiadavkám na riadiaci informačný systém je takýmto rozmiestnením možné kombinovať výhody technologického a predmetného usporiadania, kedy podobné produkty putujú pásom a majú možnosť preskočiť výrobnú operáciu, ktorú nepotrebujú.

**Skupinové technológie** – táto technológia je podkladom bunkovej výroby. Podobne ako bunková výroba tak aj skupinové technológie zhromažďujú podobné výrobky s rovnakým sledom operácií tak aby boli šetrené výrobné náklady.

Pružné výrobné systémy – posledným výrobným usporiadaním sú pružné výrobné systémy, ktoré sú síce vysoko nákladné, no pri vhodnej implementácii vedia pri zachovaní určitej flexibility, vytvárať produkt v množstvách predmetného usporiadania. (Kavan, 2002) Tieto výrobné systémy sú rovnako zamerané na rekonfigurabilitu s využitím softvérovej inteligencie k určitej dávke autonómie, učenia a efektivity. (Delgado, 2016)



## 6 TECHNOLOGIE VYUŽÍVANÉ NA DELENIE MATERIÁLU

### 6.1 Delenie rezaním

Rezanie je triesková metóda, pri ktorej vznikne kvalitný kolmý povrch. Na delenie rezaním sa používa niekoľko typov píl. Z hľadiska ekonomie rezu sú najekonomickejšie píly rámové a pásové. Píly kotúčové sú vzhľadom k cene kotúčov najdrahším typom určeným na rezanie materiálu. (Novotný, 1980)



Obrázok 5 – kotúčová píla (vlastná fotografia)



Obrázok 6 – Pásová píla Kasto (vlastná fotografia)

## 6.2 Strihanie

Strihanie sa používa ako beztriesková metóda delenia predovšetkým plechov. Tento typ delenia je na rozdiel od trieskového delenia veľmi produktívny, na druhú stranu je ale výsledná hrana menej kvalitná, rovnako tak nie je možné strihať všetky materiály. (Novotný, 1980) Na strihanie sa používajú nožnice poprípade iný strihací nástroj. V prípade strojného strihania rozlišujeme medzi niekoľkými strojmi. Kmitavý pristrihovač sa používa na vystrihnutie požadovaného tvaru vďaka pristrižníku, ktorý delí materiál pomocou vibrácií proti drážke. Tabuľa je posúvaná tak aby sa vystrihol požadovaný tvar, ktorý nejde inak vystrihnúť. (Dillinger, 2007) Ďalším typom sú tabuľové nožnice, ktoré strihajú plechy zväčša do pravouhlého tvaru, taktiež je možné strihať aj tvary nepravidelné (Ženíšek, 1986).



Obrázok 7 - Tabuľové nožnice Wieger používané vo vybranej firme (vlastná fotografia)

## 7 RIADENIE PROJEKTOV

„Projekt je časovo obmedzená pracovná činnosť, ktorej cieľom je vytvorenie jedinečného produktu, služby alebo dosiahnutia iného výsledku“. (Schwalbe,2007) Každý projekt nesie so sebou radu náležitostí rovnako ako svojich obmedzení. Projekty sú obmedzené pomocou trojice rozsah (množstvo práce potrebné na dosiahnutie cieľa projektu), čas (určuje koľko času potrebuje projekt na dokončenie) a náklady (rozpočet projektu). Projekt teda potrebuje určité smerovanie, inými slovami riadenie. Pod riadením projektu je možné predstaviť si súbor všetkých poznatkov, techník a nástrojov, ktoré sú využívané po dobu projektu tak, aby bol ukončený úspešne z hľadiska splnenia konkrétnych cieľov vytýčených na počiatku projektu. (Schwalbe,2007) Hlavným cieľom riadenia projektov je úspešné ukončenie projektu bez komplikácií. Úspech na poli riadenia projektu ale rovnako neznamená, že by bol projekt úspešne ukončený, môže nastať situácia kedy je projekt ukončený napríklad vzhľadom k zmene stratégie spoločnosti. Na toto je kľúčové poznať jednotlivé náležitosti projektu a nastavenie metrík, ktoré pomáhajú sledovať kurz projektu. (Skalický, 2010)

### 7.1 Riziková analýza RIPRAN

RIPRAN je empirická metóda pre analýzu dát, ktorá je založená na systémovom prístup k analýze rizík. Táto metóda sa používa pred implementáciou projektu na zistenie rizík projektu. To ale nie je obmedzením tejto metódy a je možné ju použiť či už v pokročilých fázach projektu rovnako aj mimo projektové riadenie. Lacko (2017) ďalej rozdeľuje jednotlivé fázy metódy na:

- Príprava podkladov na analýzu rizík
- Identifikácia potenciálnych ohrození projektu
- Kvantifikácia ohrozenia projektu jednotlivými rizikami
- Príprava opatrení, ktoré predchádzajú alebo zmierňujú dopad kritických rizík
- Celkové zhodnotenie rizík projektu

### 7.2 Rozhodovanie metódou DMM

Rozhodovací proces je jedným z kľúčových prvkov projektov, kedy sa manažér potrebuje dostať k cieľu vďaka určeným parametrom. Existuje niekoľko rozdelení procesu rozhodovania kde napríklad Blažek (2011) uvádza tieto:

1. Definovanie cieľa
2. Zber a analýza podkladov potrebných pre rozhodovací proces
3. Vytvorenie verzií riešenia problému a ciest k dosiahnutiu definovaného cieľa
4. Klasifikácia, ktorá vedie k formulácií jednotlivých verzií riešenia problému, pripravených na hodnotenie
5. Samotné hodnotenie jednotlivých riešení, ktorého výstupom je určenie vhodnej varianty riešenia problému
6. Rozhodnutie o výbere daného postupu riešenia

Celý rozhodovací proces sa taktiež dá skrátiť na 4 fázy, ktoré popisuje Fotr (2010) a to:

1. Analýza okolia
2. Návrh riešenia problematiky
3. Výber návrhu
4. Kontrola

Aby sme sa mohli dostať k riešeniu problému respektíve k dosiahnutiu cieľa potrebujeme identifikovať súčasný stav a stav cieľový, ktorého chceme dosiahnuť. V tomto Blažek (2010) spomína, že človek tieto dve skutočnosti nevie správne identifikovať.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

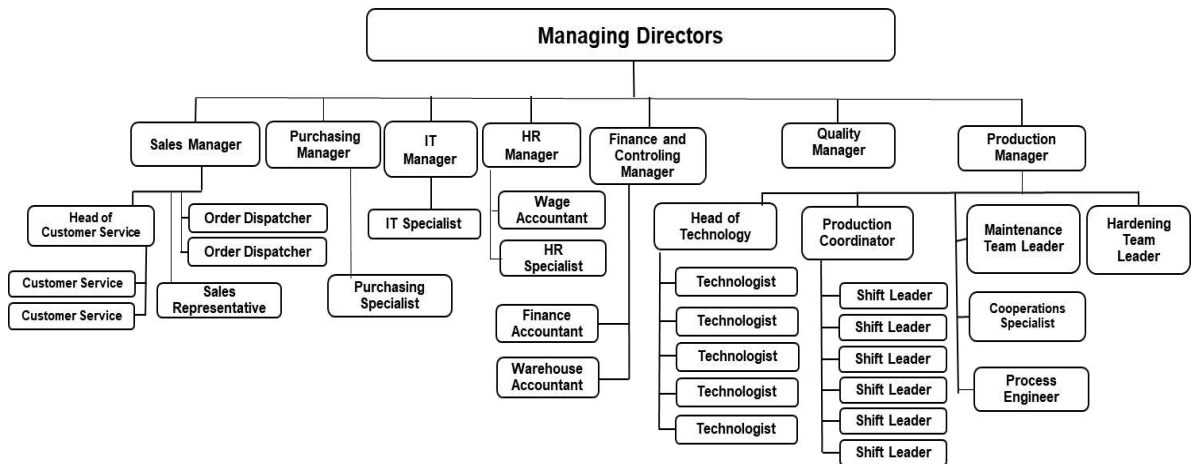
## **8 PREDSTAVENIE VYBRANÉHO PODNIKU**

V tejto kapitole si priblížime základné charakteristiky spoločnosti, jej organizácie a produktov, ktoré sú rozdelené do jednotlivých skupín so svojimi špecifikami. Produktové portfólio je vzhľadom na zákazkovú výrobu veľmi široké obsahuje viac ako 120 000 produktov, kde medzi hlavný druh patria brúsené profily rôznych rozmerov.

### **8.1 Základné charakteristiky firmy**

Vybraná firma je strojárskou spoločnosťou, ktorá sa zaoberá predovšetkým výrobou polotovarov vo forme brúsených profilov z nástrojovej oceli v dĺžke 1000mm, poskytuje rovnako aj zákazkovú a malosériovú výrobu týchto produktov upravených podľa požiadaviek zákazníka. Táto spoločnosť pôsobí v Českej Republike už viac ako 25 rokov. V súčasnosti má spoločnosť 160 zamestnancov z čoho približne 90 tvoria pracovníci vo výrobných priestoroch. Spoločnosť disponuje celou škálou strojov od píl používaných na delenie vstupného materiálu, vertikálnymi a horizontálnymi brúskami, ktoré sú najvýznamnejšou technológiou spoločnosti, dvojvretenovými obrábacími centrami používanými na produktívne obrábanie širok materiálu, CNC obrábacími centrami (3 a 5 osé) a ručnými pracoviskami na odihľovanie hrán, rovnanie profilov (v surovom a hotovom stave), finálne balenie a expedíciu. Väčšina strojov je použiteľná viac flexibilne ako jednoúčelovo presne kvôli povahe objednávok v spoločnosti.

### 8.1.1 Organizačná štruktúra



Obrázok 8 – Organigram spoločnosti (interné materiály spoločnosti)

Spoločnosť je vlastnená nemeckým koncernom, na vrchole spoločnosti pôsobí konateľ, ktorý má pod svojím vedením niekoľko priamych podriadených na pozíciách vedúcich útvarov ako sú výroba, personálneho útvaru, obchodu, kvality, IT, nákupu a zákazníckeho centra pod týchto vedúcich patria pracovníci THP, prípadne vedúci pridružených oblastí ako je vedúci káliearne prípadne vedúci technologickej prípravy výroby (TPV). Najviac rozčlenenou oblasťou je výroba, ktorá sa skladá z vedúceho výroby, ktorý má pod svojím vedením vedúceho TPV, procesného inžiniera, vedúceho káliearne a koordinátora výroby, ktorý má na starosť organizáciu práce prostredníctvom majstrov jednotlivých oddelení výroby.

## 8.2 Produktové portfólio (výrobky společnosti)

**Skladové diely** – profily rôznych akostí nástrojových ocelí v rozmeroch od 4x4x1000 až 500x100x1000. Tieto profily sú dostupné ihneď zo skladu na e-shope, kde si ich môže zákazník nakúpiť. Skladové diely sú predávané vo forme polotovaru. V prípade, že tento produkt nie je dostupný spoločnosť dokáže vyrobiť požadovaný materiál do 24 hodín od zadania do výroby. Ak príde toto zadanie do výroby vo forme zákazky má najvyššiu prioritu a predbieha ostatné produkty vo výrobnej rade, čo vyžaduje vyšší organizačný dohľad majstra oddelenia.



Obrázok 9 – Zabalené skladové diely pred expedíciou (interné materiály spoločnosti)

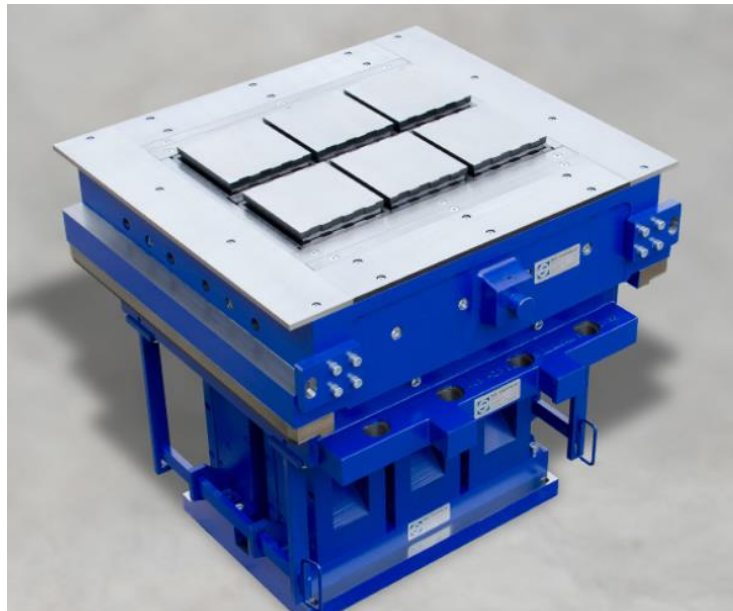
**Zákazková výroba dielov** – tento typ výroby/produktu má najväčšie zastúpenie pre český, slovenský, poľský a maďarský trh. Produkty sú rovnako z akostí nástrojových ocelí ako tomu je pri skladových dieloch. Zákazková výroba sa rozdeľuje na dva poddruhy a to výroba polotovarov, kde sa nachádzajú profily s neštandardnými rozmermi (za štandard sú pokladané skladové diely) a druhou je výroba hotových dielov, kde je v tomto prípade výrobný proces rozšírený o kalenie, vrtanie, frézovanie, prípadne iné technológie, ktoré sú oproti skladovým dielom nad rámec. Rozmery sú dané požiadavkami zákazníka a ich dodacia doba je v prípade neštandardných dielov v prvom prípade jeden týždeň a v prípade technologicky náročnejšej výroby 4-5 týždňov od zadania zákazky do výroby.





Obrázok 10 - Lišty vyrobené podľa potrieb zákazníka  
(interné materiály spoločnosti)

**Výroba dielov pre formy na vápeno-pieskové tehly** – tieto diely sú dodávané ako náhradné, v rámci skupiny sú tieto formy taktiež kompletizované ako samostatný produkt. V tejto oblasti má spoločnosť značné know-how, ktoré sa odzrkadľuje na pomerne vysokom zastúpení spoločnosti na trhu podľa tohto typu formy. Jednotlivé komponenty sú vyrábané s termínom dodania za 4 týždne, v prípade tvorby celej formy musí byť k tomuto času pripočítaný transport a práca na zostrojení formy v sesterskej spoločnosti mimo Českú Republiku. Spomínané know-how je najviac vidieť na kvalite spracovania formy, ktorá sa odzrkadľuje na vysokej trvanlivosti konštrukcie.



Obrázok 10 - Kompletná forma na výrobu vápeno-pieskových  
tehál (interné materiály spoločnosti)

## 9 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

V tejto kapitole popisujeme analýzy vykonané v dobe súčasného stavu oddelenia delenia materiálu. Toto oddelenie bolo vybrané vzhľadom k tomu, že nová technológia potrebuje dostatok miesta na efektívnu implementáciu do výroby. Táto skutočnosť ide ruka v ruku s potrebou lepšieho využitia priestoru na oddelení delenia, konkrétne na pracovisku pásových píl prezývaného taktiež „Pilky“. Na začiatku projektu sa rovnako uvažovalo o navýšení normy pracovísk, čo vyžadovalo hlbšie zameranie sa na toky materiálu na pracovisku a jeho optimalizáciu. V neposlednom rade sa na pracovisku nachádzali stroje, ktoré boli staré a servis týchto strojov začínal byť náročný na dostupnosť dielov, rovnako ako boli servisné úkony čím ďalej, tým zdlhavesšie, čo zabráňovalo využitiu potenciálu pracoviska. Táto kapitola sa venuje popisu oddelenia a jeho chodu tak aby mohol čitateľ viac pochopiť jednotlivé procesy, ktoré sa na pracoviskách odohrávajú. Rovnako tak bude priblížené riadenie zákaziek v spoločnosti, ktorá je riadená operatívne, teda do poradia práce vstupuje niekoľko faktorov, od zákazkovej náplne až po úpravy a prioritizáciu zákaziek, ktoré majú na výrobu len 24 hodín. Po objasnení týchto skutočností, ktoré majú vplyv na pracovisko zo zákazkovej náplne a poradia práce sa diplomová práca zameriava na jednotlivé analýzy pracovísk, konkrétne ich toku, kde bol využitý Sankey diagram pracovísk Schelling a pracoviska pásových píl, aby bolo možné pochopiť toky materiálu od strojov podľa objemu práce v minútach na týchto strojoch vykazovaných. Ďalšími sú analýzy pracoviska, ktoré boli vykonané na lepšie porozumenie situácie na pracovisku, menovito bol spracovaný snímok pracovnej zmeny na pracovisku Schelling a momentové snímkovanie pracovísk pásových píl a Schelling. Poslednou analýzou bol audit na ktorého základe bolo možné priblížiť jednotlivé ergonomické riziká, ktoré sa na pracoviskách nachádzali a ich vyhodnotenie pomocou OWAS analýzy.

## 9.1 Systém hodnotenia produktivity vo vybranej firme

Tak ako bolo spomínané na začiatku tejto kapitoly v uvádzanej spoločnosti nefunguje systém hodnotenia produktivity OEE ale má svoj vlastný. Každá zákazka, ktorá prichádza do spoločnosti má nadstavené predpokladané minúty práce Te na 1 kus výrobku v ERP systéme ABAS pre každú produktívnu činnosť vo výrobnom procese. V tomto čase je rozpustená príprava zákazky, manipulácia, meranie a ostatné neproduktívne činnosti, ktoré sú potrebné na dokončenie zákazky a strojný čas použitej technológie. Tieto údaje boli spresňované snímkovaniami dní, na základe rozdielov medzi reálnym časom zákazky a predpokladaným. Tieto nezhody sú zbierané majstromi oddelení a adresované v tabuľke nezhôd, ktorej administratíva spadá pod oddelenie prípravy výroby a dispečingu. Vďaka použitiu viacstrojovej obsluhy a zlepšovania procesov vďaka projektu štíhlej výroby nastala situácia, kedy pracoviská vedia vykázať viac ako 450 minút práce na zákazkách. Výhodou takéhoto systému je možnosť porovnávať výkonnosť jednotlivých oddelení vďaka množstvu vykázaných hodín a z toho vypočítanej produktivity  $(\text{vykázané minúty}/450) \cdot 100$ . Tento vykázaný čas na zákazkách je sčítaný za celý proces výroby a v podobe hodín práce je vyvážený zákazníkovi. Množstvo vyvezených hodín je jedno z hlavných KPI, ktoré je sledované na schôdkach Shop floor v pravidelných termínoch – pondelok, streda, piatok. Na druhú stranu kvalita výroby nie je priamo počítaná na pracoviskách, čo skresľuje denné a v prechodnom čase aj týždenné výsledky produktivity pracovísk pretože nezhodné kusy a chyby v počítaní kusov sú veľakrát zistené na konci výrobného procesu na kontrole poprípade pred expedíciou alebo naskladnení. Z tohto dôvodu je následne opravované množstvo vykázaných hodín retrospektívne, teda je možné upraviť výsledky jednotlivých oddelení do minulosti. Tento jav je dodatočne vykazovaný mínusovými minútami na dané oddelenie na zákazke. Denné dáta sú prezentované každý deň na shopfloorových schôdkach pri tabuliach každého oddelenia priamo vo výrobe, súhrnné týždenné dáta sú ďalej prezentované každý utorok za predchádzajúci týždeň majstrom oddelení procesným inžinierom (týždenné dáta sú presnejšie, no stále nie je možné ich považovať za presnú hodnotu). Posledným a najpresnejším ukazovateľom sú dáta produktivity a vykázaných hodín za mesiac, kedy dochádza k úpravám a spresneniu dát (sú započítané všetky uznané práce nad rámec normy, vyrovnané počty kusov na zákazkách a tak ďalej). Mesačné dáta sú dostatočne presné na to aby mohli vstupovať produktívnym pracovníkom a majstrom do osobného hodnotenia za daný mesiac.

Pracovisko	Pracovníci celkom	Norma pracoviska v minútach	Produktivita (%)	Priemerne vykázané hodiny za 1.-2.2023
Pracovisko Schelling	3	1050	233	614
Pásový píly	6	1105	245	2018
Delenie polotovaru formy	1	800	177	291

Tabuľka 1 - Výkonnosť pracovísk delenia materiálu (vlastné spracovanie)

## 9.2 Základný popis oddelenia

V súčasnom stave sa na oddelení delenia materiálu nachádza 18 strojov, ktoré sú obsluhované v 2-3 zmenách po 7,5 hodín práce. Produktivita oddelenia podľa systému v danej spoločnosti je 225%, teda 1013 vykázaných minút práce. Pracovisko je rozdelené na časť, delenia materiálu LM s najproduktívnejším strojom Schelling, ktorý spolu s tromi vertikálnymi pilami ovláda jeden pracovník na zmene. Druhou časťou je pracovisko pásových píl (taktiež nazývané Pilky) kde sa nachádza ďalších 11 strojov, ktoré sú vďaka svojim rozdielnym parametrom rezu a rozmerov používané pre ostatné časti portfólia spoločnosti. Posledným pracoviskom tohto oddelenia je delenie dlhých plechov a tyčoviny predovšetkým na výrobu dielov pre formy a dlhých lišt nad 3000mm. Toto pracovisko v súčasnosti funguje vďaka 1 pracovníkovi na jednej zmene. Na tomto mieste sa nachádzajú 3 píly. Vzhľadom k tomu, že je objem zákaziek premenlivý vďaka situáciám na trhu v moment písania tejto diplomovej práce, teda počet zmien a vyťaženia jednotlivých pracovísk je nestály, podobne ako skladba zákaziek, podľa jednotlivých druhov produktov z portfólia (Skladové kusy, zákazková výroba, atď.).

Pracovisko	Zmeny a počet pracovníkov na zmene	Kategória práce
Delenie materiálu na formy	1 zmena 1 pracovník	2
Schelling	1-3 zmeny 1 pracovník	2
Pásový píly	3 zmeny 2 pracovníci	2

Tabuľka 2 – Zmennosť a kategorizácia práce na jednotlivých pracoviskách (vlastné spracovanie)

Surový materiál vo forme tyčí a plechov je naskladňovaný na sklad RM (nem. Rohmaterial), kde je označený podľa štandardizovanej tabuľky akostí správnou farbou a zaradený do skladu podľa sily materiálu. Na sklade sa taktiež nachádzajú zbytky urezaných plechov vhodných na ďalšie použitie, ktorý naskladňujú skladníci alebo priamo pracovníci oddelení v prekrytom čase. Objem všetkých zbytkov a surového materiálu je strážený v systéme ABAS, kde sa sleduje objem materiálu v korunách a v kilogramoch.

### 9.3 Riadenie zákaziek vo výrobe

Vzhľadom k operatívne riadeniu výroby je potrebné popísať princíp fungovania a pravidiel, ktoré umožňujú spracovanie zákaziek včas a v odpovedajúcej kvalite. Za celkové riadenie výroby zodpovedajú pracovníci prípravy výroby a vedúci výroby. Jednotlivé zákazky sú zaradené do výroby pomocou systému ABAS. Výrobu plánuje pracovník FST, ktorý ďalej deleguje prácu pracovníkom na základe priority zákazky, koncového termínu a možností zviazania zákazky s inou (zviazanie znamená spojenie zákaziek rovnakej akosti a parametrov tak, aby bolo zabezpečené efektívne využitie strojov). Termín zaradenej zákazky je potvrdený obchodnému oddeleniu. Termíny zákaziek sa môžu meniť podľa vyťaženia kapacít jednotlivých technológií vo výrobe.

#### 9.3.1 Plánovanie kapacít výroby

Pracovník prípravy výroby vykonáva kontrolu naplnenia kapacít pomocou podsystemov integrovaných v ERP systéme ABAS. Pri kontrole sa porovnáva požadovaná (plánová) kapacita a skutočná kapacita. Z tohto porovnania môže dôjsť k trom situáciám:

- Vyrovnané kapacity – ideálny stav kedy je požadovaná a skutočná kapacita totožná
- Prebytok skutočnej kapacity – v tejto situácii je výroba neproduktívna, pretože vo výrobe sa nachádza nevyužitá kapacita, ktorá netvorí efektívne pridanú hodnotu. V tomto prípade je možné preplánovať výrobu tak, aby boli skrátené termíny zákaziek a tým zhustené naplnenie výroby v kratšom časovom období, presunutie zaškolených pracovníkov na pracoviská, kde je možné ich kapacitu využiť efektívne poprípade je možnosť prideliť čerpanie dovolenky pracovníkmi.
- Nedostatok skutočnej kapacity – nedostatok vzniká v prípade ak plánované kapacity presiahnu skutočnú kapacitu výroby. V tomto prípade je hlavné zistiť úzke miesto vo výrobe a využiť prostriedky na zvýšenie jeho kapacity napríklad nadčasovou prácou, presunutím pracovníkov na úzke miesto z iných oddelení. Dlhodobejšie

riešenia nedostatku kapacity je napríklad vydanie požiadavky na personálne oddelenie skrz vedúceho výroby na zvýšenie počtu produktívnych pracovníkov kritického oddelenia, preverenie a presunutie nadbytočnej kapacity na kooperáciu ak je táto možnosť dostupná z povahy zákazky a technologických možností externých kooperantov.

Ak je termín a množstvo kusov na zákazke akceptované obchodným oddelením, zadáva zákazka do výroby. Prvým krokom je vyskladnenie požadovaného vstupného materiálu a prípravkov nutných na výrobu. Všetky potrebné informácie sa nachádzajú na zákazkovej karte, ktorá s fyzickými kópiami a popisom k jednotlivým krokom výroby putuje celým výrobným procesom na vozíku s kusmi. Za umiestnenie karty na vozíku na danej operácii zodpovedá pracovník daného oddelenia. Záznam o spracovaní zákazky na operácii sa poznačuje fyzicky do karty kde sa podpíše pracovník svojím identifikačným číslom. Rovnako sa pri začiatku práce načítava daná operácia čiarovým kódom do systému ABAS, kde na prihlásenie používa pracovník svoj čip. Pri ukončení operácie sa pracovník taktiež prihlasuje do systému kde zaznačí počty kusov ktoré sú v poriadku, poprípade nezhodné kusy. Zákazku ďalej fyzicky transportuje na ďalšie oddelenie, kde mu systém označí správny sektor do ktorého má byť zákazka transportovaná.

Výroba je ukončená ak sú všetky operácie správne prevedené a všetky kontroly (vstupná, prípadná medzioperačná a výstupná) pokladajú kvalitu kusu za vyhovujúcu. Takto skontrolovaná zákazka odchádza z operácie kontroly na poslednú operáciu balenia pred expedíciou.

## 9.4 Analýza noriem

Na porozumenie jednotlivých tokov materiálu bol spracovaný Sankey diagram pracoviska Schelling a „Pilky“, kde je možné vidieť objem práce (zistený podľa vykázaného času na jednotlivých strojoch). Ako podklad nám slúžil vypracovaná tabuľka v programe MS Excel v ktorom sa nachádzali dáta za dva mesiace práce. Prvým krokom bolo nahranie dát všetkých vykázaných zákaziek podľa strojov. Zo zákaziek bolo možné identifikovať počet hodín vykázaných na danom pracovisku. Podobne sme poznali celkový čas odpracovaný na týchto pracoviskách za dané obdobie. Pre kontrolu sme overovali produktivitu pracoviska, ktorá súhlasila za obdobie dvoch mesiacov. Posledným výpočtom bol zistený priemerný objem práce v minútach pre stroj Schelling (číslo stroja 79) a pre vertikály, kde sa vykazovalo len na jeden, stroj s číslom 0 znamenalo, že nebol zadaný stroj pretože nebola možnosť vykázat na najnovšie stroje 255 a 252 (pracovisko disponuje celkovo troma vertikálnymi píliami). V Sankey diagrame pracoviska bola nakoniec použitá priemerná hodnota za tieto dva mesiace.

Sankey diagram bol spracovaný na výstupe zo strojov (zelená farba), vzhľadom k tomu, že vstup do strojov je rovnaký. Žltou farbou bol ale vizuálne znázornený na layoute.

	Pracovisko Schelling				Celková produktivita	Produktivita na stroj (min)	
	0	77	79	hodiny		Schelling	Priemer na vertikál
V	338	156	421	458,25	199,7%	413,4	161,7
VI	422	170	478	461,5	231,9%	466,1	192,4
					Priemer	439,8	177,1

Tabuľka 3 – Výpočet vykázaného objemu práce pracoviska Schelling (vlastné spracovanie)

Ďalším pracoviskom bolo pracovisko pásových píl (tzv. Pilky). Tu bol výpočet zložitejší pretože ako prvé sa vyplňali odpracované hodiny na jednotlivé stroje a až potom sa počítali minúty, pre stroje, ktoré zostanú na pracovisku. Žltou farbou sú vyznačené stroje, na ktoré sú počítané minúty práce, ostatné sú vertikálne píly, kde sa počíta ich priemer spolu s strojom č.0, ktorý bol v tomto prípade nezaradený materiál (zákazky) na vertikálne píly. Vychádzame z faktu, že všetky vertikálne píly pracujú s podobnou zákazkovou náplňou a majú rovnaké parametre, teda neexistuje veľká odchýlka v produktivite týchto strojov.

Suma týchto hodín delená počtom hodín na v zmenách nám dá celkovú produktivitu na úrovni, ktorá by mala odpovedať kontrole v tabuľke s minútami na zmenu.

	Pilky																	
	0	72	67	73	57	59	76	51	55	50	60	78	54	52	SUMA	Hodiny	Cel. Prod.	Vertikál
V	173	59	15	2	37	371	43	277	166	381	172	72	214	168	2150	930	231,2%	14
VI	115	126	18	1	129	264	65	287	100	376	218	86	170	106	2061	857,5	240,3%	128
																		137

Tabuľka 4 - Výpočet vykázaného objemu práce pracoviska pásových píl (vykázané hodiny) (vlastné spracovanie)

Tabuľka s vykázanými minútami na zmenu pre oddelenie pásových píl je počítaná ako počet hodín vykázaných na daný stroj, ktoré sú vydelené počtom hodín delených počtom 7,5 hodinových zmien v dvoch osobách (zápisom - Hodiny na stroji / (Hodiny odpracované / (7,5\*2))\*60). Takto sme dostali počet minút vykázaných na stroji za zmenu, kde berieme v zreteľ, že ide o obsluhu pracoviska dvoma pracovníkmi. V tomto prípade kontrolou je sčítanie všetkých minút na pracovisku za stroje a sčítanie minút vykázaných na tri vertikálne píly vydelené počtom minút za zmenu (450 minút), kde toto číslo je produktivitou pracoviska. Samozrejme rovnako ide o produktivitu za celú zmenu takže musíme výsledok rozdeliť medzi dvoch pracovníkov. (zápisom - Celkový počet minút všetkých strojov/450/2).

	Minúty na zmenu pre p. píly celkom ( pre 2 ľudí )										
	72	67	73	57	59	51	50	60	54	52	Kontrola
V	57	15	2	36	359	268	369	166	207	163	231,2%
VI	132	19	1	135	277	301	395	229	178	111	240,3%
	95	17	1	86	318	285	382	198	193	137	

Tabuľka 5 - Výpočet vykázaného objemu práce pracoviska pásových píl (za zmenu) (vlastné spracovanie)



	Delenie na formy			Celková produktivita	Produktivita na stroj (min)
	0	53	hodiny		Priemer na stroj
V	10	289	154	194,2%	291,234
VI	5	309	161,5	194,4%	291,641

Tabuľka 6 - Výpočet vykázaného objemu práce pracoviska delenia materiálu pre formy (vlastné spracovanie)

Posledným výpočtom sme sledovali vykázané hodiny na strojoch v mieste delenia zákaziek na výrobu foriem. Tu sme bohužiaľ nemali možnosť zistiť presný objem práce pretože sa nevykazoval na všetky stroje ale len na jeden stroj, takže sme mohli maximálne túto hodnotu rozdeliť medzi tri stroje na pracovisku. Toto bol jeden z dôvodov prečo nebolo pracovisko analyzované.

Vďaka takto vypočítaným hodnotám objemu vykázanej práce na jednotlivých strojoch a presne zameranému súčasnému layoutu pracoviska sme mali možnosť vytvoriť Sankey diagram dvoch najhlavnejších pracovísk celého oddelenia a to konkrétne pracoviska pásových píl a pracoviska Schelling.

#### 9.4.1 Snímkovanie pracovnej zmeny Schelling

Prvým pracoviskom kde sa snímkovanie dňa vykonalo bolo pracovisko Schelling, kde boli snímkované celé 2 zmeny bez prestávky (8 hodín). Dôvodom snímkovania aj skrz obednú prestávku bol fakt, že stroje pracovali aj skrz túto pauzu bez prítomnosti operátora. Snímky boli vykonané pomocou zberu dát do štandardizovaného dokumentu (

Obrázok 11 - Vzor formuláru snímku pracovnej zmeny (vlastné spracovanie)

).

Snímek pracovní směny												
Stroj 1				Pracovník				Snímkoval				
Stroj 2				Směna				Datum				
Hodina	Minuty:v teřiny	Stroje v činnosti		Činnost pracovníka								Popis
				Produktivní čas		Ostatní činnosti		Prostoj		Pauza		
		Stroj 1	Stroj 2	Výroba	Příprava	Kontrola/ Dokumentac	Úklid	Vynucený	Nevynucený			

Obrázok 11 - Vzor formuláru snímku pracovnej zmeny (vlastné spracovanie)

V tomto formulári sa do hlavičky zapísali názvy strojov (v prípade tohto pracoviska to bol Schelling), meno pracovníka, zmena na ktorej sa snímkovanie odohrávalo, meno zodpovednej osoby za snímkovanie a dátum snímku. V ďalšej časti sa vždy zapisoval koncový čas činnosti, stroje v činnosti. Činnosť pracovníka bola rozdelená medzi jednotlivé podkategórie, ktoré boli ďalej vyhodnocované. Na konci bol popis danej činnosti, ktorý slúžil na lepšiu orientáciu pri vyhodnocovaní popřípade na zistenie ďalších detailov, ktoré boli predmetom snímku pracovnej zmeny.

Čas celkový [hh:mm:ss]	Čas operace [hh:mm:ss]	Činnost pracovníka														Popis
		Stroje v činnosti		Produktivní čas		Ostatní činnosti				Prostoj						
										Prostoj Vynucený						
		Schelling	0	Výroba	Příprava / Seřízení	Kontrola/ vykazování	Úklid	Manipulace	Transport	Chůze (pro vybavení spod.)	Čekání	Rozhovor	Prostoj nevynucený			
1:10:08	0:35:32	Ano	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	dokončení zákazky 368145
1:13:48	0:03:40	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	vytáhnutie plechu
1:15:06	0:01:18	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	příprava novej zákazky
1:23:33	0:08:27	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	výmena plátkov na kotúči

Obrázok 12 – príklad vyhodnotenia činností na pracovisku Schelling (vlastné spracovanie)

Ako je možné vidieť na obrázku vyššie, činnosti boli zapisované v časovom slede, kde nás najviac zaujímal čas činnosti (druhý stĺpec), činnosť stroja Schelling, kategorizácia činnosti a popis, kde v tomto prípade stroj dokončil danú zákazku č. 368145 po ktorom nasledovalo vytiahnutie plechu, kde bol stroj neproduktívny, teda sa jednalo o vynútený prestoj. Nasledovala príprava novej zákazky, kde majoritná časť úkonov bola v prekrytom čase a teda príprava v čase kedy stroj stál zaberala jednu minútu. Po príprave zákazky nastal ďalší prípravný čas a to výmena doštičiek na kotúči. Tento úkon musí byť vykonaný pri zastavenom stroji pretože samotný kotúč je vymeniteľný len ako súčasť údržby stroja. Takýto popis jednotlivých činností pokračoval skrz celú zmenu spolu s obednou prestávkou kedy hlavnou meranou činnosťou bolo zastavenie stroja Schelling po dokončení rezu.

Vyhodnotenie prebiehalo za účelom zistenia správnosti jednotlivých noriem na spracovávaných zákazkách, zistenia časového vyťaženia pracovníka a celkového rozpadu zmeny na jednotlivé kategórie činností.

Vyhodnotenie plnenia noriem vychádzalo z popisu jednotlivých činností, kde boli zaznačené všetky zákazky spracovávané na stroji Schelling. Ak sme sa pozreli na technické parametre, ktoré sme mali k dispozícii mohli sme vidieť maximálnu výšku plechov, ktoré mohli byť naraz rezané v stroji. Práve výška respektíve počet naraz rezaných plechov má najväčší dopad na produktivitu stroja.

Technické limity stroje podľa akosti			
Použiteľné Akosti	Max. výška stípu	Min. sila 1 kusu	Max. sila 1 kusu
1.570	75	6	75
1.1730	75	6	75
1.2312	53	6	53
1.2162	66	6	66
1.2842	54	6	54
1.7225	54	6	54
1.2311	54	6	54
1.2767	54	6	54

Tabuľka 7 – technické limity stroja Schelling (vlastné spracovanie)

Tieto údaje boli porovnané s výstupom ERP systému ABAS, kde boli všetky vykázané kusy exportované do MS Excel. Ako prvá bola kontrola so zákazkami zapísanými na snímkovaní a export prebehol podľa vyfiltrovaní si daného stroja a pracovníka za deň snímkovania.

Rádky-l	Pracovník 1	Zak. + op.	Operac	Zahájer	Zahájení - di	Vyhledávac	Zapsal	dobré k	zmetky	dodělál	TR/ks n	TE/ks n	T celk. l	Prac. doba	Sektor
1	69347	367184002	A3117	79	19.08.2022	LM173001600	Kiosek	48	0	0	0	1,54	1,232	1,232	14
1	69347	367620002	A3117	79	19.08.2022	LM173001600	Kiosek	24	0	0	0	1,52	0,608	0,608	14
1	69347	366674002	A3117	79	19.08.2022	LM173001600	Kiosek	12	0	0	0	1,62	0,324	0,324	14
1	69347	368145002	A3117	115	19.08.2022	LM173006000	Kiosek	16	0	0	0	5,52	1,472	1,472	14
1	69347	366968002	A3117	79	19.08.2022	LM173001600	Kiosek	6	0	0	0	2,06	0,206	0,206	14
1	69347	362028002	A3117	79	16.05.2022	LM216206040	Kiosek	4	0	0	0	6,91	0,461	0,461	14
1	69347	355959002	A3117	79	16.05.2022	LM216206040	Kiosek	8	0	0	0	6,91	0,921	0,921	14
1	69347	368262002	A3117	79	19.08.2022	LM173002500	Kiosek	6	0	0	0	2,5	0,25	0,25	14
1	69347	366742002	A3117	79	19.08.2022	LM173002500	Kiosek	10	0	0	0	2,76	0,46	0,46	14
1	69347	365926002	A3117	79	19.08.2022	LM173002500	Kiosek	10	0	0	0	2,76	0,46	0,46	14

Tabuľka 8 – Export vykázaných zákaziek v systéme ABAS (vlastné spracovanie)

Norma na pracovisku Schelling je 1050 minút z čoho samotný stroj má predpísanú normu 450 minút. Ak si spočítame pracovnú dobu (počet kusov vynásobených normou na jeden kus zákazky) vyjde nám 383,6 vykázaných minút na stroj, čo znamená, že za daný deň pracovník nesplnil normu na stroji.

Zákazka	artikel	Čas na zákazke meraný (s)				Priemer na zákazku	Čas norma	Rozdil	Jakost	Max výška	Počet plechů	Síla RM	naložené	zmetí sa viac?
		1	2	3	4									
368145	157982	354	354	358	353	354,75	331,2	23,55	1730	75	1	63,5	63,5	NE
366968	12880	311	329			106,67	123,6	-16,93	1730	75	3	17,5	52,5	ANO
367184	15758	329	329	330	329	109,75	92,4	17,35	1730	75	3	17,5	52,5	ANO
366674	26080	331	332	331		110,44	97,2	13,24	1730	75	3	17,5	52,5	ANO
367620	11657	333	310	333	353	110,75	91,2	19,55	1730	75	3	17,5	52,5	ANO
355959	114497	483	483	483	484	483,25	414,6	68,65	2162	66	1	63	63	NE
362028	114505	484	484			484,00	433,2	50,80	2162	66	1	63	63	NE
368262	26429	328	349	349		171,00	150	21,00	1730	75	2	27	54	NE
366742	11158	349	347	347	349	174,00	165,6	8,40	1730	75	2	27	54	NE
365926	10985	349	349	349	349	174,50	165,6	8,90	1730	75	2	25	50	NE

Tabuľka 9 – vyhodnotenie zákaziek na pracovisku Schelling (vlastné spracovanie)

V tabuľke vyhodnotenia sme zistili všetky namerané časy na kus. Tieto časy boli v priemere upravené o počet plechov tak, aby šlo o čas na jeden kus. Rozdiel medzi týmito hodnotami bol v prípade kladného výsledku zaznačený ako práca nad normu (oranžová farba). Tu si môžeme všimnúť, že len v jednom prípade pracovník stihol zákazku so splnenou normou. Súčet všetkých noriem a časov na zákazke nám dal podiel, ktorý nám objasnil rozdiel medzi normou a realitou v hodnote 9,41% (2279,11 minút vykázaných k 2064,60 minútam v norme). V štyroch prípadoch si môžeme všimnúť nenaplnenie stroja na maximálnu kapacitu.

## 9.5 Layout oddelenia v súčasnosti

Na začiatku celého procesu neexistoval žiaden dostatočne presný podklad na vizualizáciu (približný layout existoval, bol spracovaný v programe Autodesk Inventor, kde jednotlivé stroje mali približný zjednodušený tvar) a vyhodnotenie pracoviska pretože layout, ktorý existoval bol zastaralý a stroje v ňom boli voľne uložené. Celé oddelenie muselo prejsť dôkladným zameraním, kde sme ako prvé zamerali pracovisko „Pilky“. Ako prvé bolo dôležité zistiť rozmery strojov, kde len v troch prípadoch existoval podklad od výrobcu s použiteľnými rozmermi poprípade .dxf výstupom, ktorý sa mohol použiť na vyhodnotenie. Stroje boli spresnené vďaka meraniu obvodu metrom a laserom s toleranciou  $\pm 150$ mm. Vždy boli merané najväčšie rozmery stroja, takže ak nastal prípad kedy mal stroj určitý typ nadstavby (výsuvný stôl, valčekovú dráhu, pódium v prípade vyšších strojov, atď.) boli tieto periférie zamerané taktiež aby mohol byť aj v novom rozmiestnení plne využiteľný. Toto oddelenie v minulosti prešlo prestavbou z dôvodu príchodu novej technológie, ktorou bol práve príchod kotúčovej píly Schelling, ktorá je oproti pílam pásovým omnoho rozmernejšia a vyžadovala úpravu celého pracoviska. Ďalšou skutočnosťou je potreba žeriavu na každom pracovisku, vzhľadom k tomu, že zväčša vstupný materiál podobne ako niektoré zákazky po rezaní majú vysokú hmotnosť, ktoré znemožňujú manipuláciu rukami. Tu existujú dve

možnosti a tou je zavesenie žeriavovej dráhy na konzolu, ktorá je pripevnená na navarené spevnenie nosníku haly alebo samostatne stojací stĺp, ktorý je chemicky zakotvený na podlahe pomocou dosiek, ktoré roznášajú záťaž tejto manipulačnej techniky. V projektovej časti sa budeme viacej touto témou žeriavov zaoberať pretože vďaka inej polohe strojov sme museli upraviť aj polohy, prípadne zavesenie žeriavov.

### 9.5.1 Využitie plochy na stávajúcom oddelení

Celé oddelenie je rozdelené do troch pracovísk, ktoré spolu zaberajú 1243m<sup>2</sup>. Najväčším z týchto pracovísk je pracovisko pásových píl s celkovou rozlohou 610m<sup>2</sup>. Na tomto pracovisku zaberá 13 strojov spolu 259 m<sup>2</sup>, čo znamená, že 42,5% je efektívne pokrytých strojmi. Druhým najrozľahlejším pracoviskom je Schelling, kde sú zariadenia umiestnené na celkovej ploche o výmere 363m<sup>2</sup>. Na tomto pracovisku sa rovnako nachádzajú regálové miesta zaberajúce plochu 84m<sup>2</sup>. Pracovisko je takto priestorovo vyťažené na 59% ak započítame aj plochu regálov. Posledným pracoviskom je pracovisko delenia materiálu pre vápeno pieskové formy so svojou rozlohou 270m<sup>2</sup>. Na tomto pracovisku sa nachádzajú len tri stroje so spoločnou rozlohou 78,27m<sup>2</sup>, čo nám vo výsledku poukazuje na využitie priestoru len 30%.

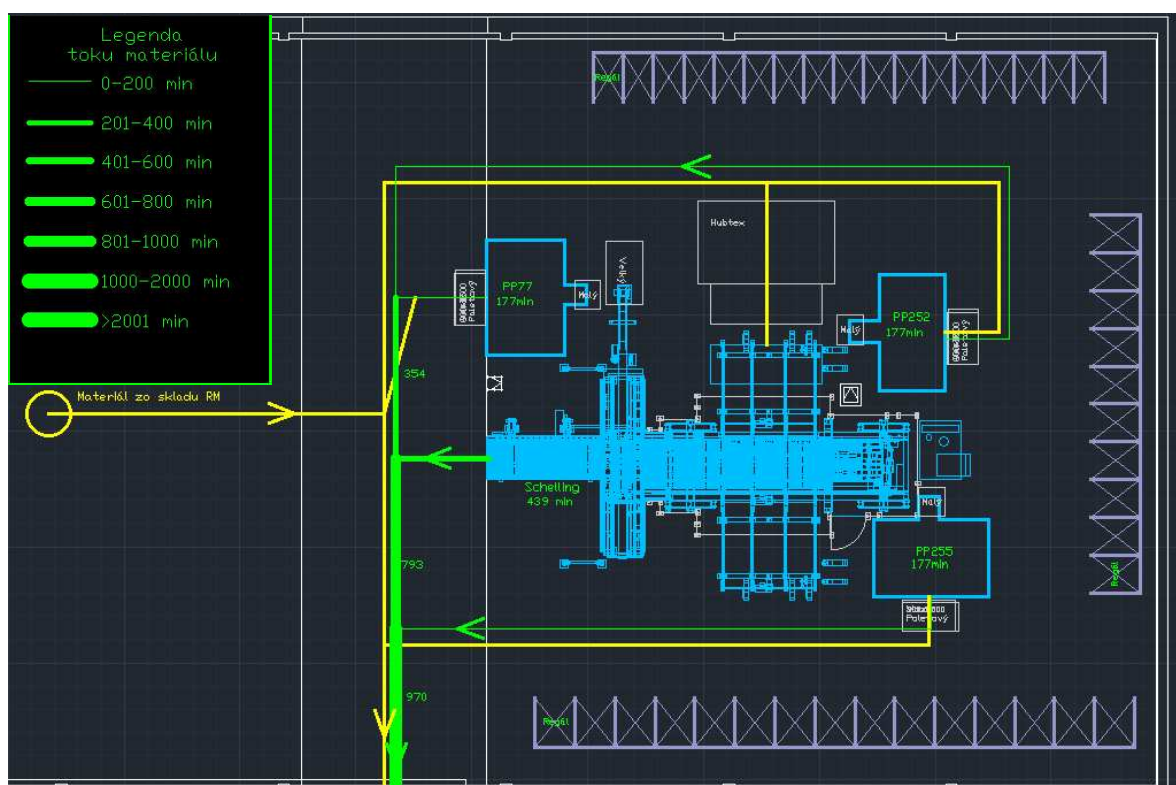
Vo výsledku využitie plochy 1243m<sup>2</sup> všetkými strojmi (spolu s regálmi na pracovisku Schelling) je 44,4%. Súhrnne všetky stroje a regály zaberajú 551,9m<sup>2</sup>. V tomto prípade je merateľná metrika zvýšenie využitia plochy pracoviska minimálne o 7%.

## 9.6 Toky materiálu na oddelení delenia materiálu

Jednotlivé časti layoutu sú farebne rozlíšené pre lepšiu orientáciu v priestore. Modrá farba slúži na označenie strojov a ich periférií. Biela farba označuje steny a prejazdy medzi vchodom do haly. Tieto čiary napomáhajú aj k oddeleniu jednotlivých pracovísk. Šedou farbou sú označené manipulačné priestory s veľkosťou techniky určenej na manipulovanie poprípade veľkosti materiálu, ktorý je definovaný pre každý stroj. Šedou s popisom rovnako nájdeme miesta určené pre kontajnery na zber odpadu z delenia materiálu teda triesok. Všetky názvy, údaje a popisy zariadení sú v zelenej vrstve. Fialová predstavuje regálové miesta s daným počtom pozícií (regál má 7 poschodí). Toky materiálu sú označené žltou (vstup materiálu zo skladu surového materiálu) a zelenou (výstup zo stroja, narezaný materiál určený na rovnanie surového materiálu).

V ďalších zobrazeniach na pracovisku pásových píl nájdeme rovnako zakreslené oranžovou farbou pódiá a schody.

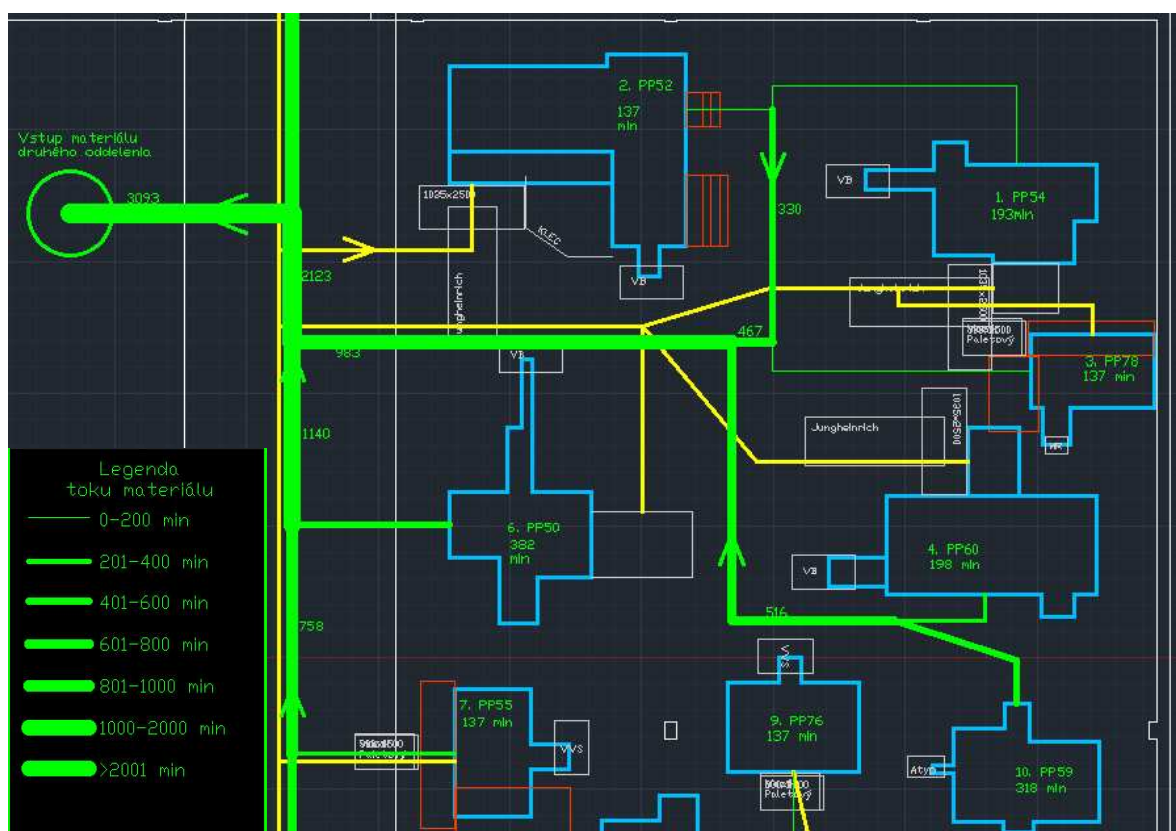
Prvým pracoviskom, ktoré si popíšeme ohľadom tokov materiálu je pracovisko Schelling, ktoré sa na celkovom layoute nachádza na vrchu ihneď pri sklade surového materiálu, čo dáva stroju Schelling výhodu využívať vrchný a bočný regál ako buffer na materiál a zbytky. Tieto regály sú rovnako optimalizované na materiál akostí, na ktoré je tento stroj najvhodnejší. Spodný buffer, ktorý sa rozlieha pri celej stene je buffer narezaných kusov od tohto stroja. Dôvodom takto veľkých regálových miest s 105 pozíciami bolo udržovanie následnej výroby v prípade výpadku stroja, čiastočne z faktu, že tento stroj je stavaný ako jednocelový a neexistuje mnoho aplikácií tejto technológie vo svete. Vďaka postupnej zmene zákazkovej náplne sa tento buffer stal príliš veľkým. Tento stroj je nakladaný celými plechmi o rozmere 2500 x 1020mm. Podľa sily materiálu je nakladaný veľkým mostovým žeriavom prípadne, ak ide o plechy ľahšie ako 500kg je využívaný žeriav uložený na stĺpe s roznášacou doskou (nachádza sa medzi strojom Schelling a vertikálnou pílou s označením PP252).



Obrázok 13 - Sankey diagram pracoviska Schelling (vlastné spracovanie)

Na strane výstupu zo stroja sa nachádza rovnako žeriav na manipuláciu, kde sa narezané tyče skladajú na vozíky na ktorých zákazka ďalej vstupuje do výrobného procesu iných

pracovnísk. Z tohto miesta je rovnako možné nakladať stroj, kde sa plech zasunie do zásobníkov spätným chodom, čo ale znižuje produktivitu stroja pretože na rozdiel od nakladania priamo do zásobníku musí byť stroj vyložený a za dobu manipulácie je neproduktívny. Vertikálne stroje v okolí sú najviac využívané na dorezávanie zbytkov plechov častokrát zo Schellingu. V prípade vertikálnych strojov je nakladanie aj vykladanie materiálu z čelnej strany stroja. Spolu tieto stroje produkujú 970 minút z čoho približne 45% tvorí práca vykázaná na stroji Schelling. Všetka výroba je ďalej transportovaná na pracovisko rovnania surového materiálu priamo poprípade z buffru rozpracovanej výroby na spodnej časti layoutu.

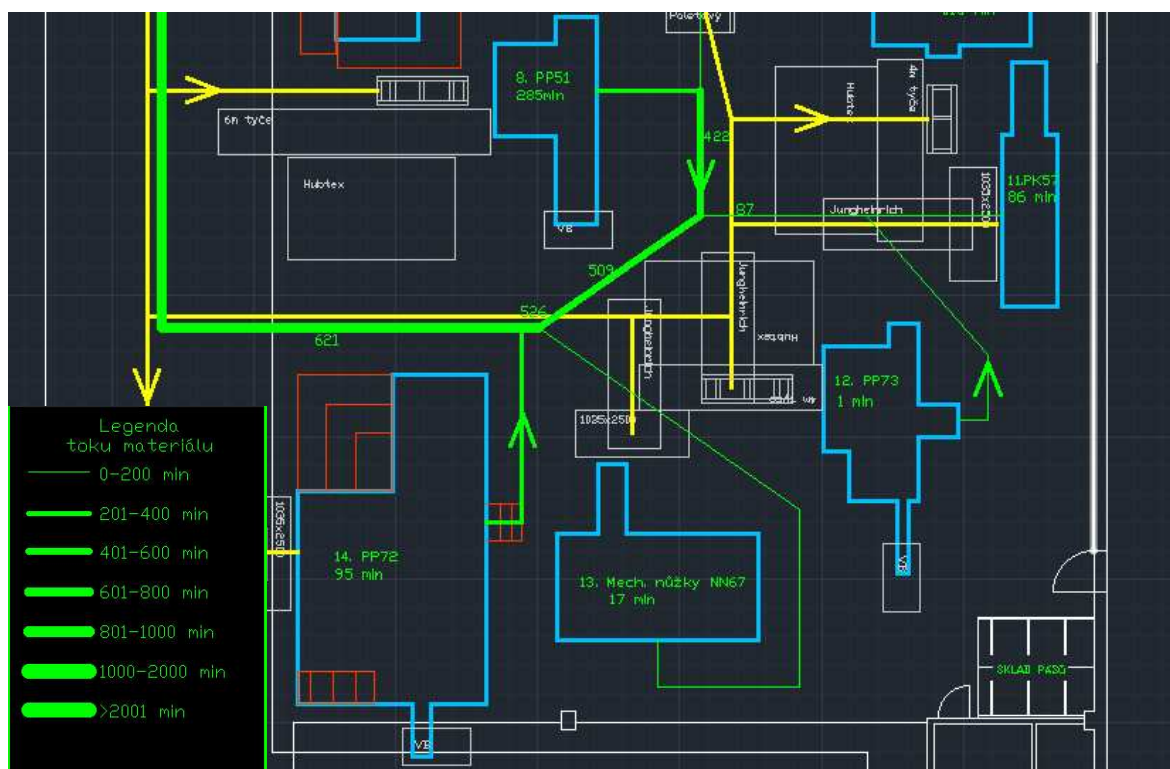


Obrázok 14 – Vrchná časť pracoviska pásových píl (Sankey diagram) (vlastné spracovanie)

Vzhľadom k zachovaniu prehľadnosti a k materiálovému toku, ktorý je rozdelený na dva prúdy v prípade tohto pracoviska sme sa rozhodli pre rozdelenie na vrchnú a spodnú časť.

Vrchná časť pozostáva celkovo zo siedmich strojov, kde najproduktívnejším je stroj PP50, ktorý slúži na rezanie plechov. Tento stroj je síce najproduktívnejším no vzhľadom k veku a stavu je zložitý a časovo nákladný najmä náhradné diely. Zaujímavosťou je využívanie stroja PP60 na rezanie metrových kusov priečne z plechu a následné rezanie

týchto kusov na polmetrové kusy strojom PP59. V tomto Sankey diagrame ale nebola táto skutočnosť zaznačená vzhľadom k tomu, že sa o takejto spojitosti do budúcnosti neuvažuje. Ak sa pozrieme na vrchnú časť pri stene máme stroj PP52, ktorý v minulosti slúžil ako náhrada za modernejší stroj Schelling. Výhodou tohto stroja je možnosť rezať plechy so silou do 200mm, automatický posuv materiálu a možnosť rezať celé plechy 2500x1000 mm. Celkovo je teraz využívaný práve na tieto plechy čo znižuje jeho využiteľnosť a množstvo práce vykázanej je porovnateľné s omnoho menšími strojmi. Medzi strojmi PP60 a PP54 sa nachádza vertikálny stroj podobne ako v spodnej časti tohto výrezu (PP55). Tieto vertikálne pily slúžia hlavne na dorezávanie zbytkov z pracoviska, prípadne na rezanie dlhších kusov ako 1 meter. Výhodou tohto pracoviska je fakt, že tok materiálu smeruje ihneď na druhú stranu, kde sa nachádza pracovisko rovnania so vstupným buffrom. Stroje na vrchnej časti vyprodukojú za zmenu 1502 minút práce.



Obrázok 15 – Spodná časť pracoviska pásových píl (Sankey diagram) (vlastné spracovanie)

Poslednou časťou, je spodná časť pracoviska, v ktorej sa nachádza vertikálna píla PP72, ktorá je najväčším strojom používaným na rezanie kusov s maximálnou dĺžkou 3000mm. V sledovanom období nebol tento stroj zákazkovo dostatočne naplnený preto vykazoval len 95minút na zmenu. Tento stroj je ale jedinečný, čo sa týka technologických možností delenia materiálu. Ďalším strojom sú mechanické nožnice používané na delenie materiálu do sily



5,7mm (samozrejme táto sila sa líši podľa akosti materiálu). Posledným strojom, ktorý je z technologického pohľadu iný je kotúčová píla PK57, ktorá je zároveň najstarším strojom s rokom výroby 1970. Tento stroj je však konštrukčne jednoduchý na servis a dokáže rezať tvrdšie materiály aj keď nie s produktivitou moderných strojov. Najmenej využívaným strojom stroj PP73, ktorý je horizontálna pásová píla. Tento stroj mal dlhodobú poruchu, kedy nebolo možné automaticky podávať materiál a držať stroj v produktívnom chode. Po vyriešení tohto problému ale nastala situácia, kedy pracovníci preferovali delenie materiálu na iných píloch kvôli zložitejšiemu ovládaniu. Celkovo táto časť pracoviska produkovala 621 minút práce na zmenu (spolu so strojom PP76, ktorý je vizuálne na Obrázku č.3 , no jeho výstup materiálu vychádza smerom do opisovaného layoutu). Súčet minút za zmenu tohto pracoviska je na úrovni 2123 minút.

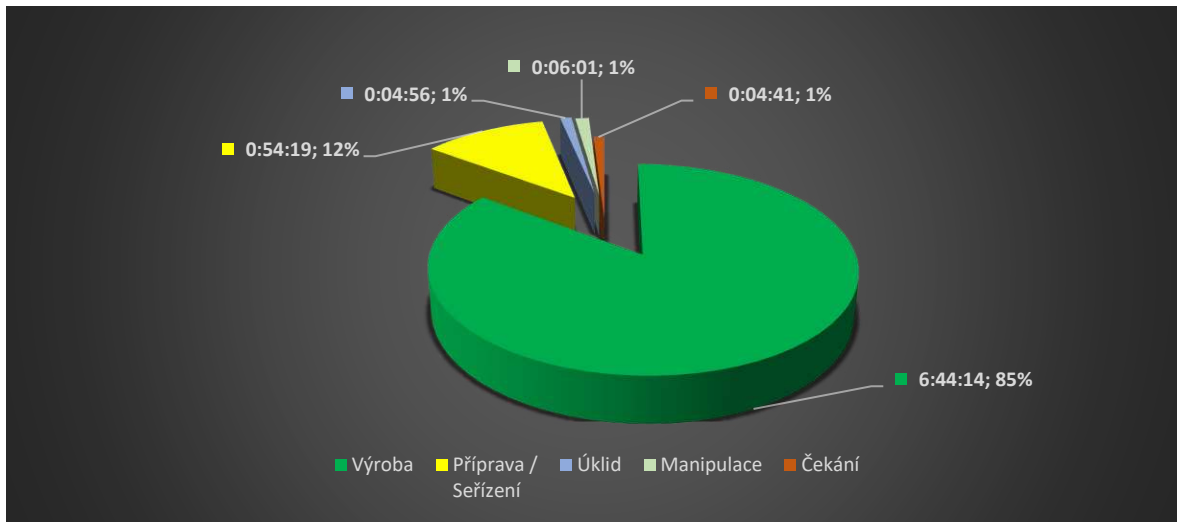
### 9.6.1 Popis k legende Sankey diagramu

Sankey diagram spracovávaný na tomto stávajúcom layoute pracovísk bol rozdelený do niekoľkých úrovní podľa hrúbky výstupnej čiary zo stroja. V pôvodnom rozmiestnení strojov všetok nadelený materiál pokračoval na pracovisko rovnania na surovo. Práve z tohto hľadiska sa všetky toky postupne stretli v jednom bode čoho výsledok bol sčítaný objem práce na 3093 minút práce za zmenu.

Jednotlivé čiary podľa hrúbky začínali na pôvodnom rozmere 0,2mm pre 0-200 vykázaných minút. Ďalšie šírky čiar pokračovali tak aby hrúbka reprezentovala objem teda 0,3mm znamenal objem 200-300min, 0,4mm čiara bola priradená objemu práce 300-400min a tak ďalej. Jedinou zmenou v tomto systéme vizualizácie boli krajné hodnoty na konci toku, ktoré by vzhľadom k svojej veľkosti prekryvali ostatné periférie. Konkrétne sa jedná o posledné dve čiary s objemom nad 2000 minút, kde čiara s objemom 2123min práce disponuje šírkou 1,6mm a posledná čiara reprezentujúca súčet z oboch pracovísk (3093min) má šírku 2,1mm.

## 9.7 Analýza strojov na pracoviskách

Táto podkapitola popisuje jednotlivé výstupy z analýz, ktoré sa týkajú využitia strojov na pracoviskách. Tieto údaje boli získané zo snímku pracovnej smeny a momentového snímkovania.



Obrázok 16 - Vyhodnotenie z pohľadu využitia stroja za 480 min (vlastné spracovanie)

Ak sa pozrieme na čas na zmene z pohľadu využitia stroj vidíme nasledovné. Stroj bol v prevádzke 85% času a len 1% času čakal na operátora, rovnaký čas bol strávený na konci zmeny na upratovanie priestoru stroja. Najviac z neproduktívnych časov zabrala príprava nových zákaziek spolu s výmenou doštičiek na kotúči.

### 9.7.1 Analýza snímku MMA

Na pracovisku pásových píl spolu s pracoviskom Schelling boli vytvorené momentové snímky, vzhľadom k počtu strojov, ktoré sa nachádzajú na pracoviskách. Celkovo bolo vytvorených 12 momentových snímok. Tieto snímky boli tvorené formou obchôdzky pracoviska, kde sa sledovali jednotlivé činnosti pracovníka (zelená časť) a chod strojov (šedá časť). Tieto činnosti pre jednotlivých pracovníkov a stroje boli zapisované vo formulári na momentové snímky.

Tento formulár (Príloha I) bol následne spracovaný do svojej elektronickej podoby v programe MS Excel. Takto zaznamenali jednotlivé činnosti strojov za daný deň, počet pracovníkov videných na pracovisku a činnosti nimi vykonávané. Takto bolo možné zostrojiť tabuľku s výsledkom nižšie (Tabuľka 10).

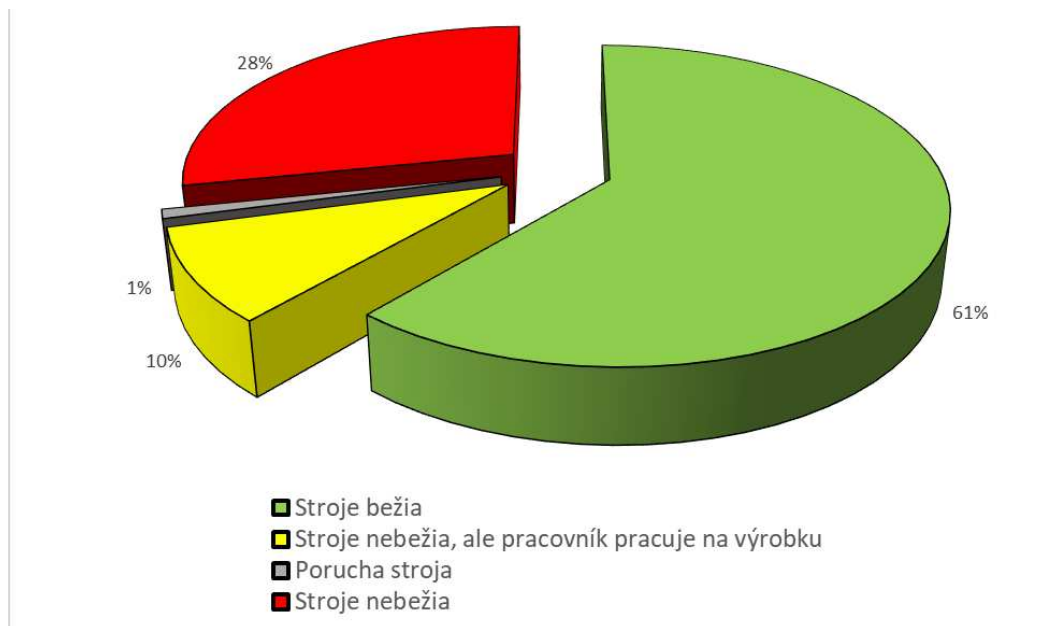
Vyřazení strojů				18
Pily	DE	V chode	11	61%
	DE	Stroj nebeží, ale pracovník pracuje na výrobku	1	6%
	DE	Porucha stroja	0	0%
	DE	Stroj nebeží	6	33%

Tabuľka 10 – Výsledok momentového snímku v prvý deň (vlastné spracovanie)

V príklade z prvého dňa sme zistili, že celkovo z 18 strojov ich nepracovalo 7, teda v danom momente prebiehala výroba na 61% strojov oboch pracovísk. Ako vyhodnotenie sme mali celkovo 12 takýchto tabuliek na každý snímok zvlášť. Toto meranie nám dalo prehľad o využití strojov na pracoviskách.

MMA č.	Pily v chode	Pily nebežia, ale pracovník pracuje na výrobku	Porucha stroja	Pily nebežia
1	61,1%	5,6%	0,0%	33,3%
2	61,1%	5,6%	0,0%	33,3%
3	55,6%	5,6%	5,6%	38,9%
4	66,7%	0,0%	0,0%	33,3%
5	72,2%	0,0%	0,0%	27,8%
6	53,3%	13,3%	0,0%	33,3%
7	73,3%	6,7%	0,0%	20,0%
8	72,2%	11,1%	0,0%	16,7%
9	39%	61%	0,0%	0%
10	66,7%	0,0%	5,6%	33,3%
11	50,0%	5,6%	0,0%	44,4%
12	72,2%	0,0%	0,0%	27,8%

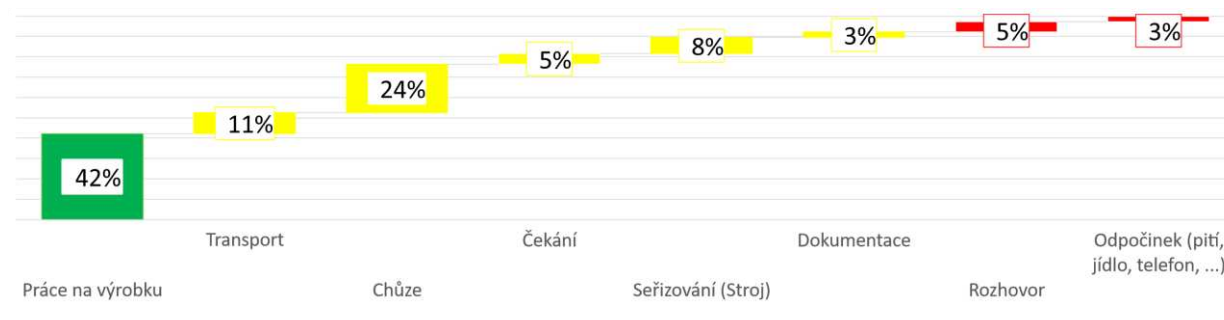
Tabuľka 11 – vyhodnotenie chodu strojov za celú dobu momentového snímkovania (vlastné spracovanie)



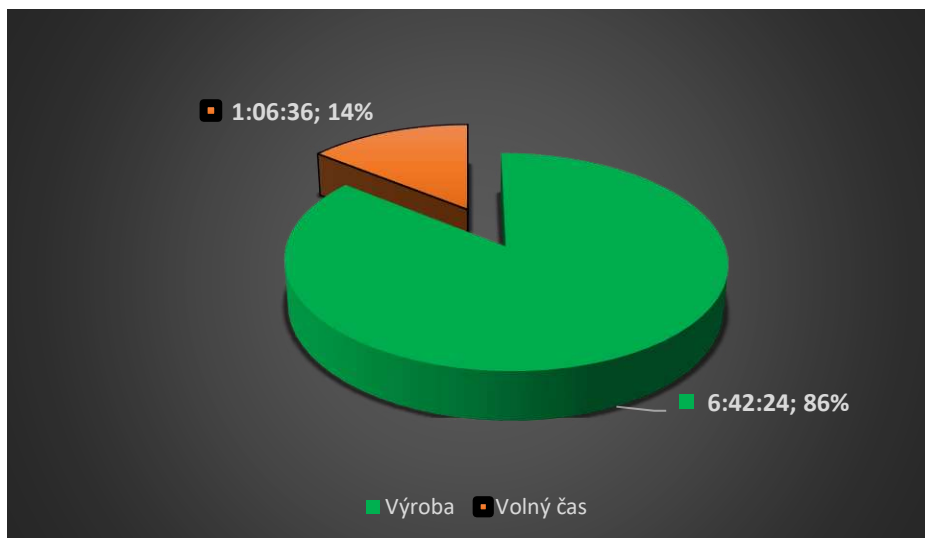
Tabuľka 12 – prevádzka strojov v dobe momentového snímkovania (vlastné spracovanie)

## 9.8 Analýza pracovníkov

Kapitola analýzy pracovníkov ukazuje na využitie času na smene pracovníkmi podľa výstupu z momentového snímkovania a snímku pracovnej smeny. Ďalej boli na pracoviskách zdokumentované riziká, ktoré by mali byť odstránené pri tvorbe nového rozmiestnenia strojov a rovnako bola vytvorená OWAS analýza na fotkách z pracoviska.



Tabuľka 13 – Využitie času pracovníkmi v čase momentového snímkovania (vlastné spracovanie)



Tabuľka 14 – graf využitia celej zmeny pracovníkom (vlastné spracovanie)

Pracovník pracoval za celú zmenu (480min) 86% času. Ak teda odpočítame polhodinovú obednú prestávku, sme zistili, že čo sa týka vyťaženia pracovníka strojmi máme nadbytočnú kapacitu 36 minút, čo nám tvorí 8% pracovnej zmeny (450min). Tento čas je možné využiť na ďalšiu optimalizáciu pracoviska.

### 9.8.1 OWAS analýza na oddelení

Pracovníci celého oddelenia delenia materiálu sú zaradení do druhej kategórie práce. Jednotlivé rizikové faktory na tomto pracovisku sú zobrazené nižšie v tabuľke.

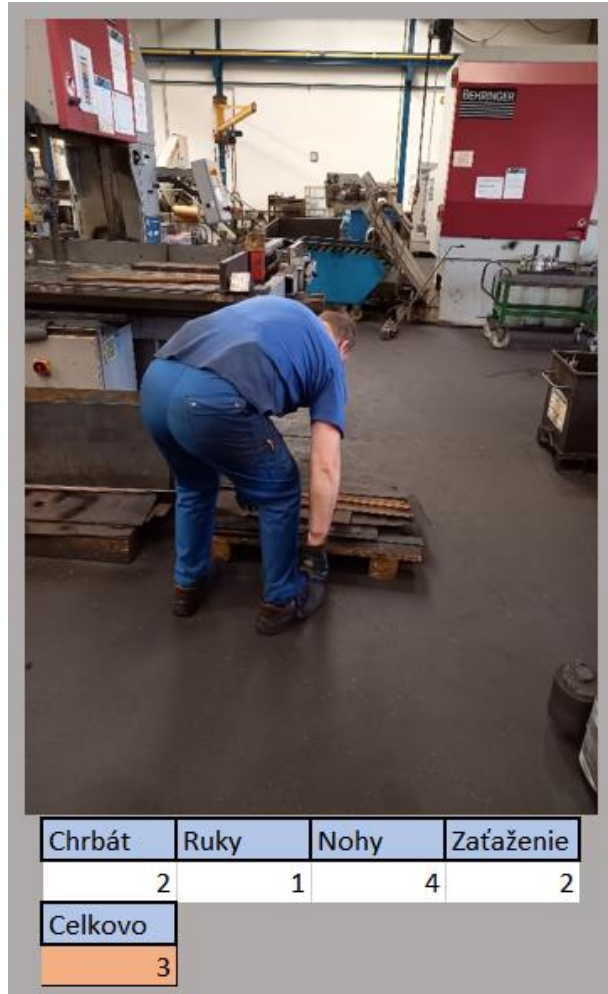
Delenie materiálu			
prach	chem. Látky	hluk	vibrácie
1	1	1	1
elektromag. pole	fyzická záťaž	pracovná poloha	Chlad
1	2	1	1
teplo	psychická záťaž	zraková záťaž	biologické činitele
1	2	1	1
tlak vzduchu	výsledná kategorizácia		
1	2		

Tabuľka 15 – Kategorizácia práce delenia materiálu (interné materiály spoločnosti)

Na pracoviskách prebehol audit rizikových polôh, kde sme sledovali nevhodné polohy, kde pracovníci manipulovali s materiálom. Tento audit slúži ako podklad k tvorbe nového rozmiestnenia strojov, kde sa pokúsime tieto slabé stránky eliminovať. V analýze OWAS sme mali možnosť zistiť prioritu v riešení týchto rizikových polôh, ktoré by mohli byť potenciálne škodlivé pre pohybový aparát pracovníkov oddelenia.

Katégoria rizika	Účinky na muskoskeletálnu sústavu	Nápravné opatrenia
1	Poloha nemá škodlivé účinky na pohybový aparát	Nie je vyžadovaná žiadna akcia
2	Pozícia má potenciál poškodiť muskoskeletálnu sústavu	Nápravné opatrenia budú potrebné v budúcnosti
3	Pozícia má škodlivé účinky na pohybový aparát	nápravné opatrenia sú nutné čo najskôr
4	Závažnosť má extrémne škodlivé účinky na pohybový aparát	Potreba neodkladných nápravných opatrení

Tabuľka 16 – Kategorizácia rizík výsledkov OWAS analýzy (podľa Pivodová 2016)



Obrázok 17 Zdvíhanie materiálu pracovníkom a analýza OWAS (vlastné spracovanie)

Ako je vidieť na obrázku, pracovník sa musí zohnúť k materiálu, ktorý leží len 18cm nad zemou, čo znamená, že dvíhanie bremena je v tejto polohe neprijateľné. Hodnotenie v analýze OWAS nám vyšlo na kategóriu 3, čo znamená, že je nutné toto riziko odstrániť čo najrýchlejšie aby nedošlo k poškodeniu pohybového aparátu. Ďalším negatívom je fakt, že všetky vertikálne pily majú okolo seba drevené vyvýšenie vzhľadom k výške pracovnej plochy 1200mm. To znamená, že pracovník musí nielen bremeno zodvihnúť zo zeme ale taktiež s ním musí manipulovať skrz schod. Na paletách sú takto uložené všetky zbytky materiálu spracovávané na vertikálnych pilách. Pracovník takto nakladal pílu 3x za zmenu a má na pracovisku tri vertikálne pily. Priemerná príprava na zákazku trvá 2,5 minúty z toho sa k palete ohýba a berie kusy 1 minútu. Celkovo teda za zmenu pracovník zostáva v tejto polohe maximálne 9 minút, no na pracovisku pracujú vždy dvaja pracovníci čo znamená, že tento čas by mal byť v ideálnom prípade polovičný.

Analýza OWAS pri stroji PP 50 poukazovala na to, že pracovník, ktorý zdvíha viac ako 10kg kusy, ktoré sú narezané na pásy, patrí do kategórie 2, čo znamená, že by sme sa mali zamyslieť nad potenciálnym zlepšením ergonomie na tomto stroji. Ako je možné vidieť, pracovník je zohnutý kvôli výške pásu a vzdialenosti od kraja pásu.



Obrázok 18 – Vykladanie stroja PP50 OWAS analýza (vlastné spracovanie)

Na stroji PP50 je výška nakladacej plochy len 600mm, čo znamená, že pracovník sa musí zohýbať pri vyberaní kusov zo stroja. Ideálna výška by v tomto prípade predstavovala 800mm, čo by predstavovalo zdvihnutie celého stroja.



Obrázok 19 – Uloženie paliet pred vertikálnou pílou (vlastná fotografia)





Obrázok 20 – Elektrické vedenie k strojom ťahané pod kovovými chráničkami (vlastná fotografia)

Nevýhodou súčasného rozmiestnenia strojov je pripojenie k elektrickej energii, ktoré je ťahané pomocou kovových chráničiek po zemi. Síce tieto chráničky nemajú ostrý roh, teda nevzniká riziko zakopnutia, no obmedzujú tok materiálu vzhľadom k tomu, že presun materiálu na vozíkoch (vozík s materiálom môže mať až 600kg) je neprijateľný. Rovnako je tento plech mokrý od chladiacej emulzie zo strojov, kde vzniká riziko pošmyknutia.

## 9.9 Zhrnutie analytickej časti

Na zistenie súčasného stavu na oddelení delenia materiálu bolo použitých niekoľko metód tak, aby bolo možné čo najlepšie pochopiť stav pracoviska.

Ako podklad na vytvorenie Sankey diagramu slúžila analýza vykázaných hodín (viď. 9.4 Analýza noriem), kde bola zistená produktivita na zmenu vďaka vykázaným hodinám na strojoch, ktoré boli konvertované na vykázané minúty. Zber dát tohto podkladu bol za 2 mesiace, kedy bola výroba stabilná. Vytvorením Sankey diagramu sa naskytla možnosť vizualizácie jednotlivých tokov materiálu zo strojov na nasledujúce pracovisko rovnania na surovo, kde sa ďalej spracovával všetok materiál.

Snímkami pracovných zmien bolo zistené, že existuje priestor na pracovisku Schelling pre stroje, ktoré viac vyťažujú pracovníka, vzhľadom k tomu, že pracovník má za zmenu 36

minút nevyužitého času. Podobne bolo zistené vyťaženie najproduktívnejšieho stroja, ktoré dosahovalo 86%, spolu s 12% prípravných časov za menu.

Momentovými snímkami na pracoviskách bolo zistené, že je v priemere 61% v chode spolu s 10% píl, na ktorých sa vykonáva činnosť vyžadovaná k dosahovanej produktivite. Vďaka 12 momentovým snímkam bola možnosť priblížiť si prácu pracovníkov, ktorý v 42% prípadov pracovali na výrobkoch a sekundárne najväčší podiel zo zmeny mala chôdza a transport (24 a 11%).

Audit rizikových polôh poukazoval na niekoľko nedostatkov súčasného rozmiestnenia a to, že pracovníci zdvíhajú z malej výšky kusy k vertikálnymi pílam, kde sa taktiež nachádza pódium, vzhľadom k vyššej nakladacej ploche. Ďalším nedostatkom bolo pokrytie podlahy chráničkami energetických sietí strojov, ktorým by sa dalo predísť vhodným rozmiestnením stojov tak, aby boli pripojenia strojov vedené vo výške a tým pádom sa neobmedzoval pohyb s materiálom po pracovisku. Podobne tak bola analyzovaná nízka nakladacia plocha stroja PP50, ktorá by potrebovala určitú pozornosť z ergonomického hľadiska v budúcnosti.

## 10 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

Táto kapitola bližšie popisuje základný impulz tvorby projektu zmeny layoutu oddelenia delenia materiálu. Nachádzajú sa tu rovnako stanovené ciele, ktoré chceme splniť vhodnou úpravou layoutu a umiestnenia nových technológií. Pred začiatkom tohto projektu bola v riešení ergonómia na pracovisku rovnania na surovo, kde stroj na odihľovanie kusov bol úzkym miestom. Podľa tohto impulzu sme prišli k názoru, že otryskávacie zariadenie by mohlo potenciálne odstrániť túto činnosť pretože kusy, ktoré by boli otryskané, môžu byť dostatočne čisté a pripravené na rovanie. Túto myšlienku nakoniec potvrdili samotné testy otryskávania u potenciálnych dodávateľov. Vzhľadom k potrebe umiestnenia stroja sme potrebovali presťahovať ostatné, umiestnené na pracovisku, ideálne so zvýšením produktivity pracoviska ohľadom vykázaných normomínút na zmenu.

### 10.1 Návrh a ciele projektu

Hlavným dôvodom prečo sa tento projekt spracovával je potreba inštalácie novej technológie tryskania pre ktorú bolo ako najvhodnejšie miesto práve na oddelení delenia materiálu. Tento úsudok prišiel kvôli faktu, že ihneď po nadelení materiálu sa väčšina profilov rovná do požadovanej rovnosti udávanej na zákazkovej karte technológmi. Toto pracovisko je jedno z štyroch pracovísk kde sa väčšina práce vykonáva manuálne popripade s určitým stupňom mechanizácie. Vzhľadom k surovému stavu materiálu je celý proces rovnania prašný (v prípade manuálneho rovnania kladivom), kde troska taktiež zvyšuje riziko nadmerného opotrebenia komponentov a zvýšenia potreby čistenia valcov, ktoré sú vykonávané v rámci údržby, čo znamená odstávku stroja na rovanie nadeleného materiálu. Rovnako sú niektoré časti profilov taktiež vlhké od reznej kvapaliny používané na oddelení delenia materiálu, čo v prípade odihľovania pomocou stroja znižuje životnosť komponentov v stroji. Z otryskávacieho stroja tieto kusy budú vychádzať suché a s narušeným povrchom, čo minimalizuje prašnosť ďalších procesov. Kusy sú taktiež suché, čo odstraňuje potrebu utierania a sušenia kusov pred vstupom do odihľovacieho stroja, dokonca v určitých prípadoch sa predpokladá, že profil bude dostatočne odihľený tryskaním aby sa táto činnosť nemusela vykonávať vôbec. Ďalším benefitom tryskania kusov je možnosť narušiť povrch profilu do určitej hĺbky, ktorý je zväčša pokrytý troskou, ktorú majú brusné stroje problém efektívne odstrániť (troska má inú tvrdosť ako tvrdosť materiálu na ktorú sú segmenty v brúsnych strojoch optimalizované). Vďaka takto upravenému procesu výroby sa očakáva, že úspora strojného času na oddelení brúsenia bude cca 10%. Táto úspora bola testovaná na

začiatku celého projektu, kedy boli zaslané najpoužívanejšie profily určitých rozmerov a akostí dodávateľovi otryskávacieho stroja, ten testoval správne nastavenia a typ otryskávacieho média, ktoré budú používané aj v stávajúcom stroji. Po tomto teste boli kusy zaslané späť do spoločnosti, kde boli kusy snímkané technológmi na nasledujúcom oddelení brúsenia na vertikálnych brúskach.

Vzhľadom k určitej potrebe vývoja produktivity na začiatku výrobného procesu bolo plánované, že pre oddelenie budú dokúpené nové, produktívne stroje, ktoré pri zachovaní aktuálneho počtu zamestnancov umožnia zvýšenie produktivity.

Poslednou časťou je vyriešenie ergonomických nedostatkov na pracovisku, ktoré boli zistené pri analýze stávajúceho stavu.

### 10.1.1 Projektový tím

Na úspešné dokončenie projektu bolo potrebné vytvoriť projektový tím, ktorý sa skladal z piatich členov. Vedenie projektu bolo v rukách vedúceho výroby, ktorý spolupracoval v niekoľkých prípadoch s konateľom spoločnosti. Za spracovanie layoutu zodpovedal procesný inžinier, ktorý rovnako spracovával podklady (súčasný stav). Aktívne zapojený bol rovnako vedúci kvality, vedúci kaliarne a vedúci údržby. V prípade pripomienkovania riešení v priebehu spracovania projektu boli zapojení pracovníci oddelení a údržby spolu s majstrom oddelenia delenia.

Projektový cieľ	Nové rozmiestnenie strojov na oddelení delenia materiálu
Projektový tím	Vedúci výroby
	Vedúci kaliarne
	Vedúci kvality
	Vedúci údržby a skladov
	Procesný inžinier
	Koordinátor výroby
Hlavný cieľ projektu	Vytvorenie nového rozmiestnenia strojov kvôli príchodu novej technológie
Vedľajšie ciele projektu	Zvýšenie vykázaného objemu práce na oddelení
	Zvýšenie ergonómie na oddelení
	Zvýšenie využitia pracovného miesta
	Zníženie nákladov na údržbu nasledujúceho pracoviska

Tabuľka 17 – zadanie projektu (vlastné spracovanie)

## 10.2 Časový harmonogram projektu

Prípravy tohto projektu započali v januári roku 2022.

Medzi kľúčové termíny boli určené sťahovanie strojov v rámci nového rozloženia, zrušenie stávajúceho pracoviska na delenie materiálu pre formy, z ktorého bude jeden stroj implementovaný do layoutu pracoviska pásových píl, príchod otryskávacieho zariadenia a jeho umiestnenie na plánované miesto. Tieto termíny na seba priamo nadväzujú a ohrančili nám predpokladaný koniec projektu na júl roku 2023. Príchod nových strojov vzhľadom ku situácií na trhu bol z tohto časového harmonogramu projektu vyňatý, jeho predpokladaná doba dodávky sa pohybuje v rozmedzí roku od objednania.

Poradové číslo	Popis činnosti	Trvanie v týždňoch	Nadväzuje na:
1	Popis problémov, návrhy riešení na pracoviskách	2	-
2	rešerše dodávateľov	1	1
3	Overenie prínosov novej technológie	3	2
4	Skúšky/ testy tryskania	15	2
5	výberové konanie - rozhodnutie	8	3,4
6	Objednávka - zmluva	2	5
7	Príprava nového layoutu za účelom začlenenia tryskača	12	5
8	Príprava nového layoutu za účelom zvýšenia produktivity	12	5
9	Výpočet návratnosti sťahovania	1	8,9
10	Odsúhlasenie celého riešenia	10	7,8,9
11	Príprava pokrytia manipulačnými prostriedkami a prípojkami	3	10
12	Plánovanie postupu sťahovania	4	11
13	Realizácia sťahovania	4	12
14	Príchod otryskávacieho zariadenia zloženie stroja	1	13
15	Výrobné skúšky/ testy	3	14
16	Ukončenie projektu - vyhodnotenie projektu	1	15
Celkové trvanie projektu:		82	týždňov

Tabuľka 18 – Časová os jednotlivých činností projektu (vlastné spracovanie)

### 10.3 Riziková analýza

Ako každý projekt podobe aj tento nesie určité riziká, ktoré by mohli ovplyvniť priebeh, predĺžiť trvanie, či dokonca projekt zastaviť. Nižšie si priblížime jednotlivé riziká projektu, ich dopad a možnú prevenciu. Každé riziku spracovávaného projektu má svoj následok, ktorý svojim dopadom ovplyvní projekt. Na to aký veľký by tento dopad bol sme vytvorili maticu pravdepodobnosti vzniku a významnosti rizika pre projekt, ktorá má na každom parametri 3 stupne (Tabuľka 20) . Tieto parametre sa sčítavali, čo nám ukazovalo celkové riziko daného ohrozenia. Posledný stĺpec predstavuje opatrenia, ktoré by mali zamedziť dopadu daného rizika. Najväčším rizikom tohto projektu bolo predĺženie sťahovania najproduktívnejšieho stroja, Schelling, ktorý sa musí sťahovať v prítomnosti technika z výrobnjej spoločnosti, vzhľadom ku komplikovanosti konštrukcie stroja. Zvýšenie rozpracovanosti zákaziek, ktoré by pokryli dlhšie časové obdobie boli najvhodnejším opatrením. Alternatívou by bolo zvýšenie množstva zmien na pracovisku pásových píl, ktoré by čiastočne pokryli dopyt nasledujúceho pracoviska rovnania a brúsenia.

ID	Riziko	Následok	Dopad	Vznik Rizika	Význam Rizika	Celkové riziko	Opatrenie
1	Predĺženie doby sťahovania	Viac náklady spojené s uskladnením otryskávacieho zariadenia u dodávateľa	Zvýšenie nákladov/ sankcie vyplývajúce zo zmluvy	2	2	4	Podrobný plán sťahovania a dohľad
2	Omeškanie dodávky otryskávacieho zariadenia	Posunutie dátumu implementácie novej technológie	Zvýšenie operatívny sťahovania	1	1	2	Týždenný reporting od od dodávateľa - akceptácia
3	Dlhšie sťahovanie Schellingu	Zníženie produktivity pracoviska	Ohrozenie výkonu na ďalších pracoviskách	2	3	5	Zvýšenie rozpracovanej výroby za týmto strojom

4	Chyba v plánovaní sťahovania	Nedostupnosť niektorých strojov	Zníženie produktivity	1	3	4	Kooperácia
5	Zlá akceptácia zmeny pracovníkmi	Zvýšenie stresu na pracovisku	Výpoveď pracovníka	1	2	3	Komunikácia s pracovníkmi

Tabuľka 19 – Riziková analýza projektu (vlastné spracovanie)

		Význam rizika		
		1	2	3
Pravdepodobnosť výskytu rizika	1	2 – nízke riziko - akceptácia	3 – nízke riziko - akceptácia	4 – stredné riziko
	2	3 – nízke riziko - akceptácia	4 – stredné riziko	5 – vysoké riziko
	3	4 – stredné riziko	5 – vysoké riziko	6 – vysoké riziko

Tabuľka 20 – Matica závažnosti rizika (vlastné spracovanie)

Význam rizika:

1. Zvýšenie operatívny
2. Viac náklady
3. zastavenie výroby na pracoviskách (zníženie výkonu ostatných pracovísk)

Vznik rizika (pravdepodobnosť)

- 1- Malá pravdepodobnosť
- 2- Stredná
- 3- Vysoká

## 11 NAVRHOVANÉ KONCEPTY A POSTUP PROJEKTU

Táto kapitola pojednáva o jednotlivých častiach projektu ako je výber na základe stanovených parametrov a zakúpenie novej technológie otryskávania a jej výpočet návratnosti. Ďalej sú popísané jednotlivé limity a obmedzenia s ktorými sme museli pri tvorbe nového layoutu počítať. Takto vytvorené návrhy a ich prednosti boli popísané a nakoniec vďaka využitiu multikriteriálnej analýzy bol vybraný optimálny layout podľa požiadaviek. Vybraný layout potreboval vloženie jednotlivých žeriavových dráh, ktorými sa budú obsluhovať stroje v budúcnosti. Poslednou časťou tejto kapitoly je zhodnotenie terajšieho stavu projektu.

### 11.1 Postup výberu vhodného otryskávacieho zariadenia

Prvým krokom celého projektu bol výber spoločnosti, ktorej produkty odpovedali našim požiadavkám a spoločnosť mala dostatok referencií. Každá spoločnosť dostala súpis kritérií, na prevádzku otryskávacieho zariadenia v spoločnosti. Tieto kritériá boli:

#### Rozmery dielov:

- Šírka materiálu – 20 – 800mm
- Dĺžka materiálu – 200 – 3100mm
- Sila materiálu – 2 – 165mm

#### Požiadavky na stroj:

- Zlepšenie čistoty dielov – odstránenie vrchnej zoxidovanej vrstvy a otrepov po delení materiálu, tak aby bol kus v ideálnom prípade bez použitia odihlovacieho stroja možné vyrovnať a následne brúsiť.
- Dvojmenná prevádzka stroja
- Kapacita stroja by sa mala pohybovať v hodnotách 5000 ton materiálu za rok respektíve cca. 450 000 m/rok
- Nosnosť dopravníku (určená podľa najťažšieho kusu z portfólia, ktorý by skrz túto technológiu prechádzal plus rezerva) bola stanovená na 350 kg/m
- Inštalácia stroja bez nutnosti stavebných úprav (základov) – táto požiadavka je dôležitá pretože spoločnosť leží v blízkosti rieky a cca 200mm pod podlahou leží hydroizolácia, ktorá nemôže byť porušená



- Maximálna výška stroja 5400mm (dané výškou dráhy mostového žeriavu)

Do užšieho kola výberu boli po internej konzultácii ako najvhodnejšie vybrané dve spoločnosti a to slovinský Stem a nemecký Rösler. Nasledovalo oslovenie týchto spoločností za účelom získania cenovej ponuky na danú technológiu a s požiadavkou na rozmery stroja (za účelom umiestnenie do návrhu layoutu). Tu bol zistený nedostatok v podkladoch projektu kde neboli zaznačené výškové obmedzenia stroja, kde za najnižší bod bol braný mostový žeriav nad pracoviskom, ktorý sa využíva na nakladanie plechov ťažších ako 500kg do píl na oddelení. Meranie prebiehalo tak, že na žeriav bol zavesený 1300kg plech a v jednometrových rozstupoch bol meraný rozdiel medzi podlahou a spodnou hranou žeriavu pomocou laserového diaľkomeru s kompenzáciou náklonu (diaľkomer si vedel automaticky dopočítať rozdiel medzi uhlom, ktorý zvieral s žeriavom a zvislicou kolmou na podlahu). Zaťaženie bremenom bolo použité z dôvodu, že ak by bola výška stroja tesne pod žeriavom zabránili by sme rozdielu, ktorý by mohol túto technológiu potenciálne poškodiť (každý žeriav má predpísaný priehyb pri zaťažení, no spoločnosť chcela pracovať s reálnymi dátami). Takto sa zistilo, že najnižšie miesto nad strojom bolo vo výške 5500mm. Tento fakt bol oznámený obidvom dodávateľom pretože výška bola v prípade obidvoch strojov obmedzujúcim faktorom a muselo sa pracovať s alternatívnym riešením, ktoré by túto výšku splnilo. V prípade Rösleru bolo toto jednanie sprostredkované českým zastúpením, kde bola ako alternatíva vybraný širší rozmer stroja, ktorý by sa do haly zmestil. Tu ale nastával problém s celkovými rozmermi stroja, ktoré sa nepodarilo dostať do pripravovaného layoutu, kvôli šírke susednej cesty, kde bol plánovaný transport plechov pomocou vysokozdvížných vozíkov. So spoločnosti Stem bol vyslaný obchodný zástupca s ktorým sa všetky zistenia a detaily prekonzultovali a vďaka možnosti úpravy dopravníku abrazívneho média táto spoločnosť znížila stroj o takmer 500mm pod dráhu mostového žeriavu. Táto úprava mala ale vplyv na cenu stroja. V tomto prípade bolo takmer rozhodnuté pretože rozmer širokej verzie stroja od spoločnosti Rösler pokrýval viac miesta v layoute ako bolo prípustné pre optimálny transport materiálu po pracovisku a s cenovou ponukou na úrovni 367 000 € nebolo možné konkurovať zákazkovej úprave a prístupu spoločnosti Stem, kde suma dosiahla 236 500 €.

Pred samotným rozhodnutím spoločnosti o výbere tryskacieho zariadenia bola vytvorená súhrnná tabuľka so všetkými kľúčovými parametrami, ktoré hrali rolu vo výbere. V tabuľke č. Tabuľka 21 je vidieť všetky vyčísliteľné položky, ktoré vstupovali do výberového konania.

		STEM	Rössler
Cena základního stroje		189 300,00	247 460,00
	Dopravník manganová ocel	-	6 320,00
	Protihluková kabina	12 800,00	48 150,00
	Dávkování Pantatec	19 500,00	19 500,00
	Absolutní filtr	6 500,00	-
	Bypass média	2 500,00	2 400,00
Celková cena [€]		230 600,00	323 830,00
Ostatní	Šéfmontáž	5 880,00	13 500,00
Celkové náklady na ND [€/hod.]		9,20	6,00
Celkové náklady na ND [€/rok]		15 180,00	9 900,00
Celkové náklady na abrazivum [€/hod.]		6,60	4,00
Celkové náklady na abrazivum [€/rok]		10 890,00	6 600,00

Tabuľka 21 – Porovnanie nákladov na kúpu otryskávacieho zariadenia (vlastné spracovanie)

Okrem týchto parametrov ale existovali aj nevyčísliteľné parametre strojov. Medzi tie pozitívne v prípade spoločnosti STEM patrili:

- Vhodná výška stroja, ktorá nekoliduje s dráhou mostového žeriavu
- Univerzálne náhradné diely s možnosťou vlastnej výroby
- Možnosť stroj prisunúť k stene vďaka dobre riešeným dopravníkom, ktoré sa dajú vysunúť z čela stroja
- Vyššia nosnosť pásu – 350 kg/m

Na druhú stranu mal tento stroj niekoľko nevýhod, ktorými sú menšia šírka pracovného priestoru stroja (800mm) a relatívne vysoká výška nakladania – nutnosť pódia.

Otryskávací stroj spoločnosti Rössler mal obdobne spracované pozitíva a to:

- Nižšia nakladacia výška – 1090mm, pri ktorej nebude potrebné pódium
- Robustnejšie spracovanie technických detailov stroja, ktoré vplyvajú na životnosť súčiastok a celkovej konštrukcie
- Vyspelejší systém separácie abrazíva
- Väčšia šírka pásu – 1000mm

Najväčšími nedostatkami tohto stroja sa stala jeho výška, ktorá presiahla o 80mm dráhu mostového žeriavu a zákazková výroba bola odhadovaná v rádoch stotisícov euro. Bez

úpravy by nebol možný servis jednotlivých strojov na pracovisku (obetovanie pokrytia pracoviska mostovým žeriavom). Dopravníky abrazíva boli konštruované tak, že ich servis by vyžadoval prístup z každej strany stroja, čo dodatočne zvyšovalo priestor v okolí stroja, ktorý sa nedal využiť inak. Náhradné diely podliehali utajeniu vzhľadom k stráženému know-how spoločnosti a patentom, čo zvyšovalo ich cenu a znemožňovalo prípadnú výrobu vlastných náhrad. Poslednou nevýhodou bola nižšia nosnosť dopravného pásu a to 250kg/m.

### 11.1.1 Výpočet nákladov a návratnosti technológie tryskania

Popis	Jednorazový náklad	Každoročný náklad	Každoročný zisk
Náklady na stroj	230	-	-
Náklady na spustenie	10	-	-
Zvýšenie pracovného kapitálu	14	-	-
Zvýšenie produktivity	-	-	82
Cena energií	-	-10	-
Náhradné diely	-	-15	-
Servisné úkony	-	-	24
Abrazívum	-	-11	-

Tabuľka 22 – Náklady a zisky otryskávacieho zariadenia Stem (vlastné spracovanie)

Do nákladov sa premietla nákupná cena stroja, ktorá bola plánovaná na začiatku projektu vo výške 230 000€, ktorá bola odpisovaná v horizonte 6 rokov. Spolu s nákupom stroja bola zakúpený aj odborný dozor pri inštalácii stroja v hodnote 10 000€. Ďalším z nákladov bolo zvýšenie pracovného kapitálu o 14 000€, kde sa nachádzali všetky skladové zásoby zabezpečujúce bezchybný chod stroja ako napríklad náhradné diely alebo zásoba abrazíva. Otryskávacie zariadenie má ako najnamáhanejšiu časť metacie lopatky, ktoré rozmetávajú médium a práve táto súčiastka mala váhu na servisných úkonoch. Tu sme sa opierali o dáta, ktoré nám dal dodávateľ k dispozícii. Podobne sa pracovalo aj so spotrebou energií za 1650

hodín práce za rok, čo znamenalo približný náklad 10 000€. Ročnými nákladmi bolo hlavne abrazívum v hodnote 11 000€ a servisné náklady za 15 000€/rok.

Na druhej strane zisky boli generované šetrením strojových časov na brúsení a odihlovaní kde sa hrubý zisk pohyboval okolo 82 000€. Ďalším ušetreným nákladom vďaka príchodu tejto technológie sú servisné úkony na následnom pracovisku rovnania na surovo, kde ako bolo spomínané na začiatku projektovej časti tejto diplomovej práce a to v hodnote 24 000€ za rok. Každoročná bilancia za rok teda vychádza v zisku 70 000€. Ak sčítame náklady na zakúpenie stroja, komponentov v roku 2022 a v pomere si dáme zisky a čiastky ušetrené implementáciou tejto technológie, výsledná čiastka je návratnosť tejto technológie, ktorá nám vyšla na 3,6 roka, čo bolo pri takejto investícii akceptovateľná doba, vzhľadom k tomu, že mala aj určité benefity, ktoré sa nedali finančne ohodnotiť ako napríklad čistota dielov na výstupe zo stroja. Avšak výpočet návratnosti, ktorá skončila v hladine 4,6 roka, pracovala s medziročnou prirážkou a životnosťou stroja 10 rokov, kde deklarovaná životnosť bola 20. Takto sme si zabezpečili, že počítaná návratnosť zobrazuje pesimistický náhľad, ktorý by v realite nemal nastať.

## 11.2 Tvorba návrhov nového rozloženia strojov

Na začiatku celého projektu bolo hľadané vhodné miesto na umiestnenie novej technológie otryskávania dielov. Tento priebežný stroj s orientačnou dĺžkou 11 metrov a šírkou 3,8 metra musel byť umiestnený maximálne 10 metrov od steny, kde sa nachádza filtrácia. Väčšou dĺžkou by mohlo potrubie komplikovať odsávanie prachových častíc, ktoré otryskávaním vznikajú. Ďalším limitom bola potreba zanechať dostatok miesta v okolí vstupu, kde by sa nachádzal buffer z dôvodu nízkych priebežných časov a potreby mať jedného pracovníka na vstupe a výstupe, ktorý by ale nemohli vykonávať prácu celú zmenu pretože produktivita celého delenia je nedostačujúca na pokrytie výkonnosti otryskávacieho zariadenia. Spolu so zariadením bol v opciách zakúpený sekundárny filter, ktorý umožňoval vrátiť vzduch späť do haly cez zimu a klapkou medzi filtrami, ktorá by slúžila na odvetrávanie cez letné mesiace. Dôvodom výberu sekundárnej filtrácie bol potrebný vysoký výkon filtrácie pri otryskávaní dielov a to 11 000 m<sup>3</sup>/h, čo by ovplyvňovalo teplotu celej haly. Primárna filtrácia ale musela byť vonku vzhľadom k vysokej hlučnosti a to až 85dB a vyššej prašnosti, ktorá bola vhodná do výroby až po zakúpení sekundárnej filtrácie (sekundárna filtrácia funguje s prašnosťou 1mg na m<sup>3</sup> filtrovaného vzduchu).

Ďalším obmedzením bolo zrušenie pracoviska delenia materiálu na formy (3 stroje), z ktorého bude najväčší stroj presunutý na pracovisko pásových píl (PP250) s rozmermi 10,5 metra na dĺžku (spolu s nakladacou a vykladacou plochou) a 4,5 metra na šírku. Z tohto pracoviska bola premiestnená ďalšia horizontálna píla PP251 na delenie materiálu skrz súbežne bežiaci projekt robotiky a posledná, najstaršia píla bola vyradená.

Tvorba návrhu prebiehala v niekoľkých úrovniach kedy sa postupne pridávali obmedzenia, ktoré neboli vnímané ako kľúčové. Medzi tieto obmedzenia patrili smery nakladania jednotlivých píl, kde niektoré nemohli mať preinštalované dorazy, čo by komplikovalo nakladanie manipulačnou technikou. Rovnako tak dopravníky odpadu z rezania sú vysúvateľné zo stroja a nachádzajú sa pod celou dĺžkou stroja, čo znamená, že pri pílach, ktoré neboli jednoducho manipulovateľné (medzi jednoducho manipulovateľné patria vertikálne píly malého rozmeru, je možné ich zavesiť na mostový žeriav a takto vytiahnuť dopravník) zostal priestor inak nevyužitelný.

Manipulačné plochy boli pri strojoch počítané s troma možnosťami nakladania a to najväčšou možnosťou je nakladanie špeciálnym vysokozdvížným vozíkom Hubtex, ktorý má výhodu v pohybe do všetkých strán no súčasne je najrozmernejším z týchto vozíkov s rozmermi 3,7m a 2,25m bez bremena ktorým boli počítané vane obsahujúce štvormetrové tyče. Ďalším prostriedkom bol vysokozdvížný vozík Jungheinrich (prípadne Linde), ktorý sa používa na manipuláciu celých plechov 2,5x1 meter. Samotný vozík má rozmery 3,3metra na dĺžku a 1,1 metra na šírku. Poslednou a najkompaktnejšou manipulačnou technikou sú vozíky na ktorých sú palety s rozmerom 1,2 x 0,8 metra, existujú aj menšie zákazkové vozíky, no z hľadiska lepšej manipulovateľnosti sme počítali práve s väčšou verziou.



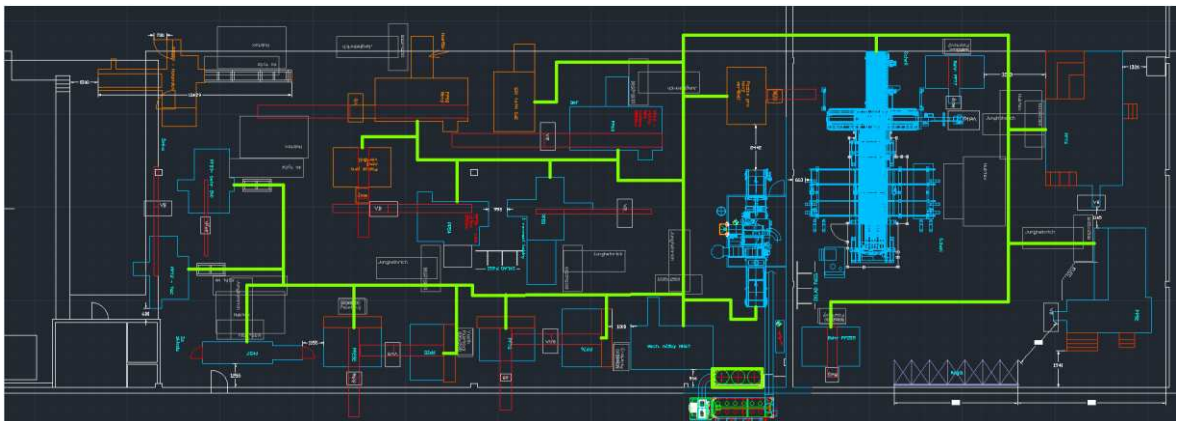
Obrázok 21 – Manipulačná technika používaná na oddelení (vlastné fotografie)

Každý stroj na layoute pracoviska má inú konštrukciu, kvôli čomu bola častá konzultácia s údržbou nevyhnutá. Stroje z hľadiska údržby tvorili niekoľko potenciálnych úskalí a to bola rôzna frekvencia výmeny dielov, ich hmotnosti, podľa ktorej sa rozvíjal aj typ potrebného manipulačného prostriedku (od manipulácie rukou až po manipuláciu mostovým žeriavom do 5000 kg).

Stroje museli mať taktiež zabezpečené napájanie elektrickou energiou, ktorá bola ťahaná po stenách haly poprípade v stredovej časti haly spolu s inými sieťami, čo ďalej obmedzovalo uloženie strojov, tak aby káble neboli ťahané v chráničkách po zemi, ktoré by obmedzili možnosť manipulácie s ručnými vozíkmi. Vzhľadom k nákladom a štruktúre podlahy sa neuvažovalo nad možnosťou káble uložiť pod povrch.

### 11.3 Popis vytvorených návrhov

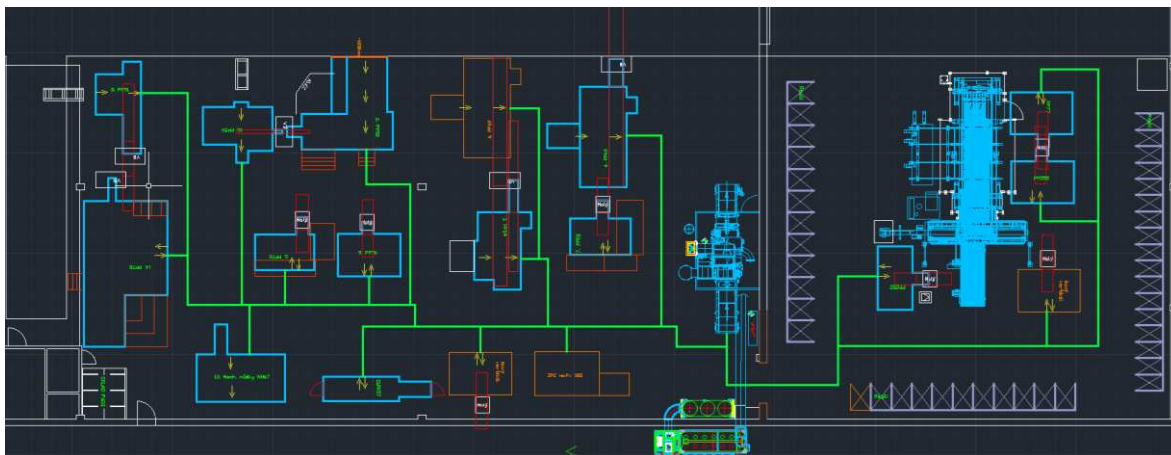
Celkovo bolo za dobu projektu vytvorených viac návrhov, ktoré boli postupne dopĺňané o jednotlivé zmeny získané spätnou väzbou od pracovníkov spoločnosti, prípadne spresnením pri pripomienkovom konaní alebo dodaní upresňujúcich podkladov výrobcou otryskávacieho zariadenia. Na konci sa zaistili 3 rôzne návrhy, ktoré vzhľadom k mnohým obmedzeniam zo strany strojov, manipulačných priestorov, zavesenia žeriavov a tak ďalej, boli pomerne podobné.



Obrázok 22 – Prvý návrh usporiadania pracoviska Schelling a pracoviska pásových píl  
(vlastné spracovanie)

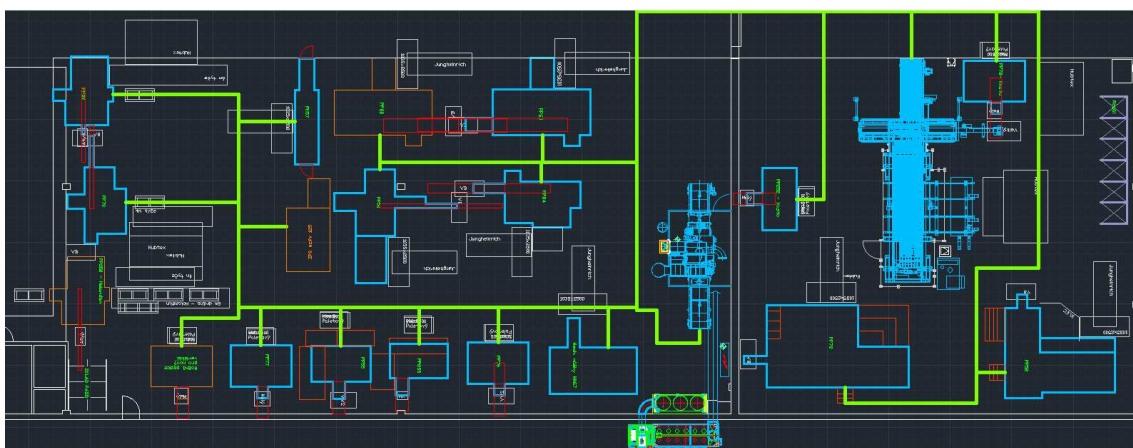
Prvý návrh obsahuje rozloženie strojov, kde tryskacie zariadenie stojí na kraji pracoviska pásových píl. Toto umiestnenie vzhľadom k veľkosti a toku materiálu bolo prijaté ako ideálne vzhľadom k tomu, že všetky kusy, ktoré budú nadelené musia týmto strojom prejsť a pokračujú na pracovisko rovnania na surovo, ktoré je ihneď oproti cca 12 metrov od výstupu. Stroj musel byť umiestnený pri stene haly kvôli vzdialenosti primárneho filtra,

ktorý sa nachádza na vonkajšej strane. Oranžovou farbou sú predpripravené miesta pre dve nové vertikálne píly, ktoré by boli používané na rezanie zbytkov z plechov. Oranžovým strojom je rovnako PP60, ktorý by bol rovnakým strojom ako tým, ktorým pracovisko disponuje. Na pracovisku sa rovnako nachádzajú stroje ako ZPS mcfv 125 (napravo od nového stroja PP60), ktorý bol zakúpený ako náhrada starej frézky používanej na úpravu rozmerov nezhodných kusov a zbytkov. Na ľavej strane sa nachádzajú píly, určené k deleniu dlhej tyčoviny (stroj navrchu bol premiestnený z pracoviska delenia materiálu na formy, ktoré zaniklo). Dlhé kusy sú totižto rovnané v kabíne, ktorá sa nachádza mimo oddelenia rovnania a teda nachádza sa v najbližšej možnej vzdialenosti. Na spodnej strane pri stene haly sa nachádzajú vertikálne píly, kde niektoré sú otočené čelom do haly aby bolo možné spracovať kusy dlhšie ako 1 meter. V strede pracoviska boli všetky píly s automatickým posuvom umiestnené do tvaru hniezda, kedy by mal pracovník naložený celý plech z vonkajšej strany a vnútri by vyložil všetky stroje s minimálnym počtom krokov. Sklad pásov, ktorý sa v stávajúcom rozložení nachádzal na spodnom kraji pracoviska, sa po novom nachádza v strede pracoviska tak, aby všetky stroje mali približne rovnakú vzdialenosť v prípade potreby výmeny pílového pásu. Toto umiestnenie bolo vybrané vzhľadom k tomu, že najbližšie stroje mali najvyšší počet vykázaných minút z celého pracoviska (PP50 a PP54 majú spolu 575 minút na zmenu). Na pracovisku Schelling došlo k zmene strojov signifikantne, kde pôvodné vertikálne stroje. Vďaka snímkovaniu sme zistili, že sa tu nachádza priestor na zvýšenie produkcie, kedy pracovník čakal na stroj. Na pracovisko boli premiestnené dva stroje, ktoré mali možnosť automatického chodu, prípravný čas bol síce dlhší ale rezanie celého plechu bol omnoho dlhší ako prevádzka ďalšieho vertikálneho stroja. Na rezanie zbytkov boli umiestnené dva vertikálne stroje. Pracovisko bolo vybavené vlastným skladoom pílových pásov tak aby pri prípadnej výmene bol šetrený čas transportu náhradného pásu na pracovisko. Pôvodné regály, konkrétne regál pri stene používaný ako buffer bol v posledných 4 mesiacoch skoro nevyužívaný takže sa dospelo k rozhodnutiu tieto pozície odstrániť. Jediný regál, ktorý zostal bol regál na zbytky materiálu, kde boli zhustené poschodia zo 7 na 8 poschodí. Odstránené regálové miesta by boli použité v sklade hotového materiálu a vo vonkajšom sklade surového. V tomto prípade by došlo k navýšeniu celkového využitého miesta na pracovisku pásových píl z 42,5% na 50,63% teda bolo naviac využitých 50m<sup>2</sup> aj po presunutí rozmerných píl na pracovisko Schelling a odstránení starej horizontálnej píly PP51. Počet strojov bol takto navýšený na pracovisku Schelling o jeden a na pracovisku pásových píl z 15 na 17, teda celkovo by bolo celkovo na oddelení 22 strojov.



Obrázok 23 – Druhý návrh usporiadania pracoviska Schelling a pracoviska pásových píl  
(vlastné spracovanie)

V druhom návrhu sa pracuje celkovo s 19 strojmi, kde si na pracovisku Schelling môžeme všimnúť najväčšej zmeny v podobe otočenia stroja Schelling a odstránenia nepoužívanej časti nakladacej plochy kam sa umiestnili dve vertikálne píly a ako nová sa vložila jedna. Zostali zachované všetky regály s možnosťou pridania jedného poľa na zbytky materiálu. Otočenie stroja Schelling bolo kvôli skráteniu trasy k tryskaciemu zariadeniu, kde sa pracovalo s vytvorením priechodu v stene a takto vytvoreniu nových dverí. Na pracovisku píl sa nachádza 14 strojov, kde sa nenachádza stroj PP50, ktorý bol zamenený za nový PP60 (v strednej časti návrhu). Novým strojom v tomto prípade bola len vertikálna píla a frézka.



Obrázok 24 – Tretí návrh usporiadania pracoviska Schelling a pracoviska pásových píl  
(vlastné spracovanie)

Tretím návrhom bolo usporiadanie, ktoré vzniklo ako alternatíva prvého návrhu. V tomto prípade tok materiálu z pracoviska Schelling k tryskaciemu zariadeniu išiel skrz hlavný vstup, čo znižovalo náklady na projekt. V tomto prípade ale musela byť odstránená jedna



nakladacia plocha Schelling aby bol zabezpečený manipulačný priestor pre stroj PP72 na spodnej časti návrhu. Na pracovisku zostal regál na vstupe pre prípadné zbytky z delenia. Pracovisko pásových píl pracovalo s návrhom kedy sa opäť všetky vertikálne píly nachádzali pri stene haly, kde boli stroje postavené čelom do stredu pracoviska, čo skracovalo ich materiálový tok k tryskaciemu zariadeniu. V strede pracoviska sa nachádzali stroje s automatickým podávaním materiálu, ktoré bolo možné ľahko obslúžiť pretože jednotlivé výstupy zo strojov boli čo najbližšie pri sebe. ZPS na delenie zbytkov sa nachádzala na kraji tohto umiestnenia strojov spolu s kotúčovou pilou PK58. Na ľavej strane sa nachádzajú všetky horizontálne píly na delenie dlhého materiálu spolu s pilou PP250 prevzatou zo zanikajúceho pracoviska delenia materiálu na formy. Celkovo pracoviská zahŕňali 20 strojov.

#### 11.4 Využitie multikriteriálnej analýzy na výber optimálnej verzie layoutu

K dispozícii máme tri pripravené návrhy rozmiestnenia strojov, kde každý využíval iný prístup k optimalizácii pracoviska. Aby sme našli optimálnu verziu layoutu pre dané pracovisko využijeme viac kritériálnej rozhodovacej analýzy. Ako prvé boli stanovené jednotlivé vstupné kritériá podľa ktorých boli layouty hodnotené. Na rozhodnutie sme použili variantu DMM – Decision Matrix Method.

Hlavnými kritériami bola servisovateľnosť, využitie priestoru, vzdialenosť výstupov stroja k tryskaciemu zariadeniu a pokrytie stávajúcimi žeriavmi, ktoré by znížilo náklady na premiestnenie.

Kritérium	Návrh č.1	Návrh č.2	Návrh č.3
Servisovateľnosť	6	2	3
Využitie priestoru	10	6	8
Vzdialenosť výstupu	8	10	7
Pokrytie stávajúcimi žeriavmi	5	6	9
Potenciál návratnosti	9	3	6
Súčet	38	27	33

Tabuľka 23 – Multikriteriálna analýza (vlastné spracovanie)

### 11.5 Vloženie žeriavov do vybraného návrhu

Po rozhodovacom konaní, kde bol layout layout s najvyšším počtom bodov vybraný bolo potrebné umiestniť niektoré zo žeriavov nanovo poprípade umiestniť na stĺp s roznášacou doskou tak, aby bola zaručená plná obslužnosť strojov na pracoviskách. Táto činnosť bola vykonávaná až po tom, čo sme vybrali návrh týchto pracovísk, vzhľadom k jej pracnosti. Rozmiestnenie na stĺpy a na konzoly sa zaobišlo bez ďalších investícií mimo investície do premiestnenia pretože sa nám podarilo využiť všetky stávajúce žeriavy na pracoviskách a nepoužívané žeriavy, ktoré boli uložené v sklade.

### 11.6 Odstránenie nedostatkov z predchádzajúceho rozmiestnenia strojov

V tejto podkapitole budú popísané jednotlivé opatrenia, ktoré boli vytvorené aby sa pracovisko zlepšilo aj po ergonomickej stránke.

Prvým opatrením, ktoré bolo prijaté je využívanie paletových vozíkov, ktoré sa používajú na transport narezaného materiálu rovnako ako vstupného materiálu pre vertikálne píly. Takto bolo znížené riziko, ktoré pri analýze OWAS vyšlo na stupeň 3 – prijatie opatrení v čo najkratšom časovom horizonte. Tieto vozíky si má možnosť vyrobiť spoločnosť sama.



Obrázok 25 - Vozíky na palety (vlastná fotografia)

Ďalším nedostatkom, ktoré bolo v analýze OWAS v kategórii 2 – nad opatrením by sa malo uvažovať v blízkej budúcnosti, bola nízka nakladacia plocha na stroji PP50. Vzhľadom k veku stroja a problémom s dodávkou náhradných dielov v minulosti sa uvažuje nad výmenou stroja za novší stroj v podobnej konštrukcii ako je stroj PP60 (horizontálna píla). Vďaka tomuto by bol nedostatok minimalizovaný vzhľadom k vyššej vykladacej ploche na stroji.

Posledným nedostatkom bola elektrická inštalácia ťahaná v kovových chráničkách, ktoré zamedzovali pohybu manipulačnej techniky a rovnako predstavovali riziko pošmyknutia vzhľadom k tomu, že povrch nebol ošetrovaný a v prípade zamastenia zostal šmyklavý. Vzhľadom k rozmiestneniu strojov po kraji pracoviska, kde sa nachádzajú rozvody v hale podobne ako pri stredovom stĺpe budú stroje napájané bez potreby ťahania káblov v chráničkách. Stroje mimo tohto priameho kontaktu budú napájané v chráničkách vzduchom vo výške cca 2,5m kde nebudú zavadzať v prevádzke.

## 12 EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE PROJEKTU

Prvou časťou nového návrhu bolo zakúpenie otryskávacieho stroja, kde celkové náklady za prvý rok predstavovali 254 000 €. Zakúpením tohto stroja sa pozeráme na každoročný zisk 82 000€, ktorý plynie z ušetrených časov na oddelení brúsenia, kde sa ušetrí približne 10% z času brúsenia (toto bol výsledok testov na začiatku projektu). Ďalšou položkou sú ušetrené náklady z údržby klimatizácie a strojov plynúce z faktu, že kusy budú na oddelenie rovnania prichádzať čisté a to v sume 24 000€ ročne. Návratnosť tejto technológie bola vypočítaná na 4,6 roka.

Vďaka nákupu nových strojov na delenie, ktoré pokryjú náklady taktiež spojené so sťahovaním strojov sa pozeráme na náklady vo výške 286 000€. Vďaka navýšeniu noriem na pracoviskách Schelling a pásových píl je každoročný zisk vypočítaný na 145 000€. Po započítaní všetkých medziročných nákladov a ostatnými nákladmi sme sa pohybovali na návratnosti 1,7 roka.

K zhodnoteniu musíme rovnako počítať aj ušetrený priestor, ktorý vychádzal z navýšenia využitia priestoru na pracoviskách. Tu sme zvýšili využitie priestoru z 44,4 na 55,9%, spolu s ušetrením 270m<sup>2</sup> zrušením pracoviska delenia materiálu na formy, ktorý bude využitý v ďalšom projekte.

Z ergonomického hľadiska sme mali dve zistenia a to zohýbanie sa k materiálu pri vertikálnych pílach (kategória č.3), a vykladanie na stroji PP50, ktoré nám OWAS analýzou vyšlo ako riziková kategória č.2. Stroj PP50 bude v budúcnosti nahradený iným strojom vzhľadom k jeho veku a dostupnosti dielov. Pri vertikálnych pílach budú používané vozíky, ktoré boli zobrazené na obrázku č.Obrázok 19 – Uloženie paliet pred vertikálnou pílouTie nám pomôžu zdvihnúť paletu do výšky 90cm od podlahy, čo zníži uhol, v ktorom sa pracovník pre materiál ohýbal.

## ZÁVER

Cieľom tejto diplomovej práce bolo vytvoriť nový návrh layoutu oddelenia delenia materiálu. Tento cieľ vychádzal z rozhodnutia vedenia spoločnosti o nákupe novej technológie do vybranej spoločnosti. Technológia otryskávania nebola nikdy použitá v tejto spoločnosti, no má veľký potenciál ušetriť náklady a čas na nasledujúcich pracoviskách. Tento stroj, vzhľadom k svojim rozmerom a obmedzeniam bol zasadený do toku materiálu práve na oddelení delenia materiálu. Toto rozhodnutie so sebou prinieslo niekoľko úloh a požiadaviek, ktoré museli byť splnené. Jednou z požiadaviek bolo zvýšenie využitia priestoru strojmi, ktoré sa nakoniec podarilo zvýšiť o viac ako 11%. Vďaka tomuto úspechu boli uvoľnené pozície na zrušenom pracovisku delenia materiálu na formy, ktoré bude slúžiť ako miesto pre nadchádzajúce projekty. Spolu s novou technológiou otryskávania sa rozmýšľalo o nákupe nových strojov na delenie materiálu, vďaka ktorým sa mohla zafinancovať prestavba pracoviska. Tieto stroje sa nakoniec na pracoviská v návrhu zmestili aj vďaka mnohým obmedzeniam, ktoré museli byť dodržané pri tvorbe návrhov. V praktickej časti sú popísané jednotlivé procesy, ktoré určujú fungovanie pracoviska z hľadiska zákazkovej náplne a hodnotenia výkonu pracovísk. Analytická časť sa rovnako zaberá vyhodnotením z analýz pracovníkov, strojov a noriem, kde bolo ďalej priblížené fungovanie pracovísk. Z ergonomickej analýzy pomocou metódy OWAS sme zistili niektoré nedostatky stávajúceho rozmiestnenia strojov, ktoré boli napravené pri tvorbe nového layoutu. Projektová časť popisovala jednotlivé náležitosti projektu ako je popis a ciele projektu, jeho riziková analýza a výpočet návratností jednotlivých častí projektu. Rovnako nechýbal popis jednotlivých obmedzení s ktorými sa pracovalo pri tvorbe návrhov, popis ich samotnej tvorby a výberu pomocou multikriteriálnej analýzy bol taktiež uvedený. Teoretická časť svojimi odbornými poznatkami podopierala jednotlivé náležitosti praktickej časti z hľadiska tvorby layoutu, rozmiestnenia strojov, ergonómie na pracovisku, merania práce a potreby zlepšovania procesov.

Táto diplomová práca mi dala možnosť si viac priblížiť komplexnosť daného projektu, jeho porozumenie a plnenia jednotlivých výziev, ktoré boli vytýčené ako z odbornej časti priemyslového inžinierstva, tak z ekonomickej stránky jednotlivých náležitostí projektu.

**ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY**

BADIRU, Adedeji Bodunde, ed. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, xxvi, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 9781466515048.

BLAŽEK, Ladislav. Management: organizování, rozhodování, ovlivňování. Praha: Grada, 2011, 191 s. Expert. ISBN 9788024732756.

BRANDL Christopher , Alexander MERTENS a Christopher M. SCHLICK, Effect of sampling interval on the reliability of ergonomic analysis using the Ovako working posture analysing system (OWAS), *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2017, roč. 57, s. 68-73, ISSN 0169-8141. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.11.013>.

COLEMAN, Lance B.. Advanced Quality Auditing [online]. Milwaukee, Wisconsin: Quality Press, 2015, 98 s. [cit. 2022-04-17]. ISBN 9780873899130. Dostupné z: <https://www.proquest.com/magazines/benefits-fo-pdca/docview/214762325/se-2?accountid=15518>

DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando. Material flow and layout: an integrative analysis. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016, 93 s. Vědecké monografie. ISBN 9788073806002.

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, xxvi, 223 s. ISBN 9781498708876.

DILLINGER, Josef. Moderní strojírenství pro školu i praxi. Praha: Europa-Sobotáles, 2007, 608 s. ISBN 9788086706191.

FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010, 474 s. ISBN 9788086929590.

ELBERT, Katrin Kroemer, 2018. Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency Ed. 3 [online]. [cit. 2023-04-20]. ISSN edsoaiOpen. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsoai&an=edsoai.on1342651800&scope=site>

GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada, 2002, 239 s. ISBN 8024702266.

- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0. Dostupné také z: <https://publikace.k.utb.cz/handle/10563/1004401>
- IMAI, Masaaki. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Brno: Computer Press, 2004, vi, 272 s. Business books. ISBN 8025104613.
- JOHNSON, Corinne N.. The benefits of PDCA. *Quality Progress*. Milwaukee: ProQuest Central, 2002, roč. 35, č.5, s. 120. Dostupné z:
- JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada), 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
- KAVAN, Michal. Výrobní a provozní management. Praha: Grada. Expert (Grada), 2002, ISBN 80-247-0199-5.
- KRÁL, Miroslav. Metody a techniky užití v ergonomii. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2001, 154 s.
- LACKO, Branislav, 2017. System Approach in RIPRAN Method. *Acta Informatica Pragensia*. 6(1), 86-93. ISSN 18054951. Dostupné z: [doi:10.18267/j.aip.102](https://doi.org/10.18267/j.aip.102)
- LHOTSKÝ, Oldřich. Organizace a normování práce v podniku. Praha: ASPI, 2005, 104 s. Lidské zdroje. ISBN 80-7357-095-5.
- MARRIOTT, Robert D. Process Mapping – The Foundation for Effective Quality Improvement. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 2018, Roč.48 č.7, s. 177- 181. ISSN 1538-5442. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2018.08.010>
- NOVOTNÝ, Josef a Zdeněk LANGER. Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1980, 213 s.
- ROTHER, Mike. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing, 2017, 285 s. ISBN 978-80-271-0435-2.
- ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007, 281 s. Management v informační společnosti. ISBN 9788024722528.
- SCHLICK, Christopher, ed. Industrial engineering and ergonomics: visions, concepts, methods and tools ; Festschrift in Honor of Professor Holger Luczak. Berlin: Springer, c2009, lii, 710 s. ISBN 9783642012921. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy1202/2009927021-b.html>

Schmidt, Mario. The Sankey Diagram in Energy and Material Flow Management, *Journal of industrial ecology*, 2008, roč. 12, č. 2, s.173-185, ISSN: 1088-1980 Online ISSN: 1530-9290. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2008.00015.x>

SCHWALBE, Kathy, 2007. Řízení projektů v IT. Brno: Computer Press. Kompletní průvodce (Computer Press). ISBN 978-80-251-1526-8.

SKALICKÝ, Jiří, Milan JERMÁŘ a Jaroslav SVOBODA, 2010. Projektový management a potřebné kompetence. V Plzni: Západočeská univerzita. Kompletní průvodce (Computer Press). ISBN 978-80-7043-975-3.

SOKOVIC Mirko, Dusko PAVLETIC a K. Kern PIPAN. Quality improvement methodologies—PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering*. 2010, roč. 43, č.1, s. 476-483. Dostupné z: [http://jamme.acmsse.h2.pl/papers\\_vol43\\_1/43155.pdf](http://jamme.acmsse.h2.pl/papers_vol43_1/43155.pdf)

SRCHOVÁ, Strojírenská technologie Plzeň 2009: sborník abstraktů: III. ročník mezinárodní konference konané ve dnech 21.- 22.1.2009 v Plzni. Vyd. 1. Plzeň: ZČU v Plzni, 2009. ISBN 978-80-7043-750-6.

STANTON, Neville, ed. Handbook of human factors and ergonomics methods. Boca Raton: CRC Press, c2005, 1 sv. (různé stránkování). ISBN 0415287006. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/toc/ecip044/2003012359.html>

SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011, 380 s. Expert. ISBN 9788024736112.

SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert. ISBN 9788024739380.

WITTENBERG, G. Kaizen—The many ways of getting better. *Assembly Automation*. Milwaukee: ProQuest Central, , 1994, roč.14, č.4, s. 12-17. ISSN 0144-5154. Dostupné z: [doi:10.1108/EUM0000000004213](https://doi.org/10.1108/EUM0000000004213)

ŽENÍŠEK, Josef a Milan JENKUT. Výrobní stroje a zařízení. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986, 276 s.



**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

MMA	Multi Moment Analysis
OWAS	OVAKO Working Posture Assessment System
DMM	Decision Matrix Method
Kol.	Kolektív

**ZOZNAM OBRÁZKOV**

Obrázok 1 - podpora eliminácie plýtvania konkrétnymi metódami PI (Srchová, 2009) .....	15
Obrázok 2 - Spaghetti diagram (Marriot, 2018) .....	16
Obrázok 3 – Sankey diagram toku materiálu (Schmidt, 2008).....	17
Obrázok 4 – Vplyv záťaže na človeka (podľa Gilbertová, 2002).....	22
Obrázok 5 – kotúčová píla (vlastná fotografia) .....	25
Obrázok 6 – Pásová píla Kasto (vlastná fotografia) .....	25
Obrázok 7 - Tabuľové nožnice Wieger používané vo vybranej firme (vlastná fotografia).26	
Obrázok 8 – Organigram spoločnosti (interné materiály spoločnosti).....	31
Obrázok 9 – Zabalené skladové diely pred expedíciou (interné materiály spoločnosti) .....	32
Obrázok 10 - Lišty vyrobené podľa potrieb zákazníka (interné materiály spoločnosti) .....	33
Obrázok 11 - Vzor formuláru snímku pracovnej zmeny (vlastné spracovanie).....	42
Obrázok 12 – príklad vyhodnotenia činností na pracovisku Schelling (vlastné spracovanie) .....	42
Obrázok 13 - Sankey diagram pracoviska Schelling (vlastné spracovanie).....	46
Obrázok 14 – Vrchná časť pracoviska pásových píl (Sankey diagram) (vlastné spracovanie) .....	47
Obrázok 15 – Spodná časť pracoviska pásových píl (Sankey diagram) (vlastné spracovanie) .....	48
Obrázok 16 - Vyhodnotenie z pohľadu využitia stroja za 480 min (vlastné spracovanie)..	50
Obrázok 17 Zdvíhanie materiálu pracovníkom a analýza OWAS (vlastné spracovanie) ...	55
Obrázok 18 – Vykladanie stroja PP50 OWAS analýza (vlastné spracovanie).....	56
Obrázok 19 – Uloženie paliet pred vertikálnou pilou (vlastná fotografia) .....	56
Obrázok 20 – Elektrické vedenie k strojom ťahané pod kovovými chráničkami (vlastná fotografia) .....	57
Obrázok 21 – Manipulačná technika používaná na oddelení (vlastné fotografie) .....	69
Obrázok 22 – Prvý návrh usporiadania pracoviska Schelling a pracoviska pásových píl (vlastné spracovanie) .....	70
Obrázok 23 – Druhý návrh usporiadania pracoviska Schelling a pracoviska pásových píl (vlastné spracovanie) .....	72
Obrázok 24 – Tretí návrh usporiadania pracoviska Schelling a pracoviska pásových píl (vlastné spracovanie) .....	72
Obrázok 25 - Vozíky na palety (vlastná fotografia) .....	74

**ZOZNAM TABULIEK**

Tabuľka 1 - Výkonnosť pracovísk delenia materiálu (vlastné spracovanie) .....	36
Tabuľka 2 – Zmennosť a kategorizácia práce na jednotlivých pracoviskách (vlastné spracovanie) .....	36
Tabuľka 3 – Výpočet vykázaného objemu práce pracoviska Schelling (vlastné spracovanie) .....	39
Tabuľka 4 - Výpočet vykázaného objemu práce pracoviska pásových píl (vykázané hodiny) (vlastné spracovanie) .....	40
Tabuľka 5 - Výpočet vykázaného objemu práce pracoviska pásových píl (za zmenu) (vlastné spracovanie) .....	40
Tabuľka 6 - Výpočet vykázaného objemu práce pracoviska delenia materiálu pre formy (vlastné spracovanie) .....	41
Tabuľka 7 – technické limity stroja Schelling (vlastné spracovanie) .....	43
Tabuľka 8 – Export vykázaných zákaziek v systéme ABAS (vlastné spracovanie) .....	43
Tabuľka 9 – vyhodnotenie zákaziek na pracovisku Schelling (vlastné spracovanie) .....	44
Tabuľka 10 – Výsledok momentového snímku v prvý deň (vlastné spracovanie) .....	51
Tabuľka 11 – vyhodnotenie chodu strojov za celú dobu momentového snímkovania (vlastné spracovanie) .....	51
Tabuľka 12 – prevádzka strojov v dobe momentového snímkovania (vlastné spracovanie) .....	52
Tabuľka 13 – Využitie času pracovníkmi v čase momentového snímkovania (vlastné spracovanie) .....	52
Tabuľka 14 – graf využitia celej zmeny pracovníkom (vlastné spracovanie) .....	53
Tabuľka 15 – Kategorizácia práce delenia materiálu (interné materiály spoločnosti) .....	53
Tabuľka 16 – Kategorizácia rizík výsledkov OWAS analýzy (podľa Pivodová 2016) .....	54
Tabuľka 17 – zadanie projektu (vlastné spracovanie) .....	60
Tabuľka 18 – Časová os jednotlivých činností projektu (vlastné spracovanie) .....	61
Tabuľka 19 – Riziková analýza projektu (vlastné spracovanie) .....	63
Tabuľka 20 – Matica závažnosti rizika (vlastné spracovanie) .....	63
Tabuľka 21 – Porovnanie nákladov na kúpu otryskávacieho zariadenia (vlastné spracovanie) .....	66
Tabuľka 22 – Náklady a zisky otryskávacieho zariadenia Stem (vlastné spracovanie) .....	67
Tabuľka 23 – Multikriteriálna analýza (vlastné spracovanie) .....	73

## **ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha P I: Záznamový list momentového snímkovania

Príloha P II: Zozbierané dáta z momentového snímkovania

Príloha P III: Snímok pracovnej smeny 1

Príloha P IV: Snímok pracovnej smeny 2

Príloha P V: Snímok pracovnej smeny 2 - pokračovanie



## PRÍLOHA P II: ZOZBIERANÉ DÁTA Z MOMENTOVÉHO SNÍMKOVANIA

Ochudzka	Směna	Area	Práce na výrobku <small>Arbeit am Artikel</small>	Transport	Chůze <small>Spazieren</small>	Čekání <small>Warten</small>	Seřizování (Stroj) <small>Einrichten (Maschine)</small>	Dokumentace <small>Dokumentation</small>	Rozhovor <small>Gespräch</small>	Odpočinek (pití, jídlo, telefon, ...) <small>Paus (Trinken, Essen, Handy,...)</small>	Sum Směna 1	Sum Směna 2
1	1	Dělení	1	0	2	0	0	0	0	0	1	4
2	2	Dělení	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
3	1	Dělení	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3
4	1	Dělení	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
5	1	Dělení	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
6	1	Dělení	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	1	Dělení	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8	1	Dělení	2	0	1	0	0	1	0	0	0	4
9	1	Dělení	1	0	0	0	3	0	0	0	0	4
10	1	Dělení	2	1	2	0	0	0	0	0	0	5
11	2	Dělení	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
12	1	Dělení	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2







