

Návrh změny layoutu vybraného pracoviště ve společnosti KALINA industries, s.r.o.

Bc. Rudolf Prokš



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Rudolf Prokš
Osobní číslo: M23140
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Návrh změny layoutu vybraného pracoviště ve společnosti KALINA industries, s.r.o.

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši se zaměřením na danou problematiku a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav materiálových toků na vybraném pracovišti.
- Na základě výsledků analýzy vypracujte návrhy nového layoutu vybraného pracoviště.
- Proveďte zhodnocení návrhových řešení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

CHARRON, Rich. *The lean management systems handbook*. Boca Raton: CRC Press, 2015. ISBN 978-1-4665-6435-0.
DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando. *Material flow and layout: an integrative analysis*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016. 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. ISBN 978-1-4987-0887-6.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
MAYNARD, Harold B., BINANDA, Bopaya (ed.). *Maynard's industrial and systems engineering handbook*. Sixth edition. New York: McGraw Hill, 2023. ISBN 978-1-260-46156-5.

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

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2025**

L.S.

doc. Ing. Michal Pilík, Ph.D.
děkan

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

Ve Zlíně dne 10. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na návrh nového layoutu vybraného pracoviště ve společnosti KALINA industries, s.r.o. Cílem práce je dosáhnout snížení nákladů z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů alespoň o 10 %. Praktická část práce se zaměřuje na analýzu současného stavu pracoviště pomocí metod průmyslového inženýrství, jako jsou snímek pracovního dne, spaghetti diagram, XYZ analýza a Sankey diagram. Cílem analýzy současného stavu je vyčíslit odhadované náklady způsobené materiálovým tokem a manipulací s materiály v současném layoutu. Na základě této analýzy je vypracován návrh tří variant layoutu. Každá varianta snižuje délku materiálového toku a časovou náročnost manipulace. Na závěr je vybrána finální varianta, která přináší nejvyšší úspory v porovnání s investičními náklady spojenými se změnou layoutu a jejich dobou návratnosti.

Klíčová slova: layout, materiálový tok, manipulace s materiály, průmyslové inženýrství

ABSTRACT

The thesis is focused on the design of a new layout of selected workplace in KALINA industries, s.r.o. The aim of the thesis is to achieve a reduction of cost due to downtime caused by material flow and material handling in the supply of machines by at least 10 %. The practical part of the thesis focuses on analysing the current situation of the workplace using industrial engineering methods such as workday snapshot, spaghetti diagram, XYZ analysis and Sankey diagram. The aim of current state analysis is to estimate and quantify costs caused by material flow and material handling in the current layout. Based on the analysis, a proposal of three layout options is developed. Each option reduces the length of material flow and time-consuming handling. Finally, a final variant is selected that yields the highest savings compared to the investment costs associated with the layout change and their payback period.

Keywords: layout, material flow, material handling, industrial engineering

Na tomto místě bych chtěl poděkovat své rodině, která mě podporovala po celou dobu studia a stála za mnou ve všech těžkých chvílích. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jakubu Vašířovi, který mi poskytoval cenné rady při zpracovávání diplomové práce, a všem zaměstnancům společnosti KALINA industries, s.r.o. za jejich ochotu a trpělivost. V neposlední řadě patří poděkování Ing. Lucii Hrbáčkové, Ph.D. za důsledné vedení mé diplomové práce.

OBSAH

ÚVOD.....	13
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	14
I TEORETICKÁ ČÁST.....	15
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	16
1.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	17
1.2 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	18
1.3 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBNÍCH PROCESECH.....	19
1.3.1 Transport.....	20
1.3.2 Zbytečný pohyb.....	20
1.3.3 Čekání.....	21
1.3.4 Nadprodukce.....	22
1.3.5 Nadbytečné zásoby.....	23
1.3.6 Defekty.....	23
1.3.7 Zbytečné procesy.....	24
1.3.8 Nevyužitý lidský potenciál.....	24
2 ŠTÍHLÝ LAYOUT.....	25
2.1 DRUHY USPOŘÁDÁNÍ LAYOUTŮ DLE MATERIÁLOVÉHO TOKU.....	25
2.1.1 Jednořadé uspořádání.....	26
2.1.2 Dvouřadé uspořádání.....	26
2.1.3 Víceřadé uspořádání.....	27
2.1.4 Volně uspořádané rozvržení.....	27
2.2 TRADIČNÍ DRUHY USPOŘÁDÁNÍ LAYOUTŮ.....	28
2.2.1 Procesní uspořádání.....	28
2.2.2 Produktové uspořádání.....	28
2.2.3 Uspořádání s pevným umístěním produktu.....	29
2.3 SOUČASNÝ TREND V USPOŘÁDÁVÁNÍ LAYOUTU.....	29
3 INTERNÍ LOGISTIKA.....	31
3.1 MANIPULACE S MATERIÁLY.....	31
3.2 MATERIÁLOVÝ TOK.....	32
4 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	33
4.1 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE.....	33
4.2 SPAGHETTI DIAGRAM.....	33
4.3 XYZ ANALÝZA.....	34
4.4 SANKEY DIAGRAM.....	34
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	36
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	37
5.1 PORTFOLIO VYRÁBĚNÝCH PRODUKTŮ.....	38

5.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA PODNIKU	40
5.3	TRŽBY JEDNOTLIVÝCH STŘEDISEK	41
6	POPIS VYBRANÉHO PRACOVISTĚ	43
6.1	VYSEKÁVACÍ STROJE	43
6.2	CNC ŘEZACÍ PLOTRY	44
6.3	DOKONČOVACÍ OPERACE	45
6.4	ZAKÁZKOVÁ VÝROBA	45
7	SOUČASNÝ LAYOUT VYBRANÉHO PRACOVISTĚ	46
7.1	POPIS SOUČASNÉHO LAYOUTU PRACOVISTĚ PZ	46
7.2	SMĚRY ZÁSOBOVÁNÍ STROJŮ MATERIÁLEM V SOUČASNÉM LAYOUTU	47
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYBRANÉHO PRACOVISTĚ	50
8.1	TOK ZAKÁZKY PRACOVISTĚM	50
8.2	SNÍMKY PRACOVNÍHO DNE A SPAGHETTI DIAGRAMY	54
8.2.1	Vysekávací poloautomaty	54
8.2.2	Řezací plotry	58
8.2.3	Ruční – zakázková výroba	62
8.3	NÁMĚRY ČINNOSTI ZÍSKÁNÍ MATERIÁLU Z REGÁLU	66
8.4	XYZ ANALÝZA	69
8.4.1	Regálové řady	70
8.4.2	Histogramy frekvencí obrátek	73
8.4.3	Výpočet průměrných časů pro získání materiálu z jednotlivých zón	76
8.5	SANKEY DIAGRAMY	77
8.5.1	Sankey diagram plotrů č.1 a č.2	78
8.5.2	Sankey diagram plotrů č.3 a č.5	81
8.5.3	Sankey diagram vysekávacích strojů č.6, č.7, č.8, č.9, č.10	82
8.5.4	Sankey diagram plotru č.4 – zakázková výroba	84
8.6	VYČÍSLENÍ ZTRÁT Z DŮVODU PROSTOJŮ ZPŮSOBENÝCH MATERIÁLOVÝM TOKEM A MANIPULACÍ S MATERIÁLY V SOUČASNÉM STAVU	85
8.6.1	Hodinové sazby strojů na vybraném pracovišti	86
8.6.2	Náklady z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem v současném layoutu	87
8.6.3	Náklady způsobené prostojem manipulací s materiály při zahájení výroby	88
9	SHRNUTÍ ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU	90
10	CHARAKTERISTIKA PROJEKTU	91
10.1	ZADÁNÍ PROJEKTU	91
10.2	HARMONOGRAM PROJEKTU	92
10.3	ANALÝZA RIZIK	93
11	NÁVRHY VARIANT LAYOUTU VYBRANÉHO PRACOVISTĚ	96

11.1	VARIANTA A	96
11.1.1	Layout varianty A	97
11.1.2	Změny v materiálovém toku a manipulaci s materiály ve variantě A.....	98
11.2	VARIANTA B	99
11.2.1	Layout varianty B.....	100
11.2.2	Změny v materiálovém toku a manipulaci s materiály ve variantě B.....	101
11.3	VARIANTA C	103
11.3.1	Layout varianty C.....	104
11.3.2	Změny v materiálovém toku a manipulaci s materiály ve variantě C.....	105
12	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ VARIANT A VÝBĚR FINÁLNÍ VARIANTY	107
12.1	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ VARIANTY A.....	107
12.2	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ VARIANTY B	108
12.3	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ VARIANTY C	111
12.4	VÝBĚR FINÁLNÍ VARIANTY	114
	ZÁVĚR	117
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	119
	SEZNAM OBRÁZKŮ	129
	SEZNAM TABULEK.....	131
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	133
	SEZNAM PŘÍLOH.....	134

ÚVOD

Žijeme v době, kdy je kladen čím dál tím větší důraz na flexibilitu, snižování nákladů a schopnost adaptace na neustále měnící se podmínky na trhu. V tomto kontextu hrají klíčovou roli vhodně navržené layouty pracovišť ve výrobních společnostech. Layout se dá považovat za kostru celého výrobního procesu. Prostorová orientace prvků výrobního procesu určuje délku materiálových toků, a tím ovlivňuje nejen celkovou produktivitu výrobního podniku, ale také určuje množství zbytečných pohybů a manipulací. Nesprávně navržený layout může vést ke zbytečným prostojeům, pohybům nebo nadměrné manipulaci s materiály. Provádění změn v layoutech je sporadické, protože změny v layoutech jsou často spojeny s vysokými náklady. Proto by měly být layouty navrhovány s využitím metod průmyslového inženýrství, díky kterým je možné zmíněná úskalí identifikovat a optimalizovat.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem změny layoutu vybraného pracoviště ve společnosti KALINA industries, s.r.o. Cílem diplomové práce je snížit náklady vzniklé z důvodu prostojeů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů alespoň o 10 %. Teoretická část práce je složena ze čtyř hlavních kapitol. Obsahuje kapitoly o průmyslovém inženýrství, štíhlém layoutu, interní logistice a vybraných metodách průmyslového inženýrství. Je zpracována formou literární rešerše a formuluje teoretická východiska pro praktickou část.

V praktické části je nejprve představena společnost KALINA industries, s.r.o. a vybrané pracoviště společně s jeho současným layoutem. Následně je analyzován současný stav vybraného pracoviště. Na závěr analýzy současného stavu jsou vyčísleny náklady vzniklé z důvodu prostojeů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů. Na analýzu současného stavu navazuje část projektová, ve které jsou využity metody projektového řízení a postupně jsou představeny tři nové varianty layoutu vybraného pracoviště. V závěru projektové části jsou všechny tři varianty finančně zhodnoceny a vzájemně porovnány. Finální varianta je zvolena na základě kritéria, kterým je kombinace nejnižších nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály v porovnání s dobou návratnosti investičních nákladů, které jsou spojeny se změnou layoutu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Diplomová práce je zaměřena na návrh nové varianty layoutu vybraného pracoviště ve společnosti KALINA industries, s.r.o. Cílem práce je snížit náklady vzniklé z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiálem při zásobování strojů alespoň o 10 %. K dosažení hlavního cíle jsou stanoveny tři dílčí cíle. Prvním dílčím cílem je snížení vzdáleností, které musí pracovníci urazit při zásobování strojů. Druhým dílčím cílem je zkrácení časové náročnosti manipulací s materiálem během zásobování strojů. Třetím dílčím cílem je vytvoření tří návrhů layoutu vybraného pracoviště, které jsou finančně zhodnoceny, vzájemně porovnány a je z nich vybrána finální varianta vybraného pracoviště.

Teoretická část práce je zpracována formou literární rešerše a skládá se ze čtyř kapitol, které jsou výchozím podkladem pro část praktickou. Úvod praktické části je věnován představení společnosti KALINA industries, s.r.o. a vybraného pracoviště. Následně je popsán současný layout vybraného pracoviště, který je znázorněn do vizuální podoby pomocí aplikace AutoCAD. V analýze současného stavu vybraného pracoviště jsou nejprve pomocí vývojového diagramu vysvětleny způsoby toku zakázek tímto pracovištěm. Pro identifikaci prostojů se zde nachází tři snímky pracovního dne, pořízené u tří hlavních druhů práce, vykonávaných na vybraném pracovišti. Snímky jsou zároveň propojeny se spaghetti diagramy, které znázorňují pohyby operátorů. Nejdelší identifikovaný prostoj je podroben samostatným náměrům. Za účelem analýzy počtu obrátek uvolňování materiálů do výroby ze skladovacích pozic v regálech je vytvořena modifikovaná XYZ analýza. Pro vizualizaci intenzit materiálového toku jsou v aplikaci Power BI vytvořeny Sankey diagramy. Na závěr analýzy současného stavu jsou vyčísleny ztráty z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiálem.

V projektové části je nejprve představen projektový list a následně jsou využity metody projektového řízení, jako je RIPRAN analýza a harmonogram projektu. Postupně jsou představeny tři návrhy nové varianty layoutu vybraného pracoviště, přičemž každá z nich snižuje vzdálenosti, které musí pracovníci urazit při zásobování strojů a zkracuje časovou náročnost manipulací s materiálem během zásobování strojů. Na konci je ze tří návrhů vybrána finální varianta. Kritériem pro výběr finální varianty je kombinace nejnižších nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiálem v porovnání s dobou návratnosti investičních nákladů, které jsou spojeny se změnou layoutu.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

V této kapitole se autor diplomové práce zaměřuje na definici průmyslového inženýrství a profese průmyslového inženýra. Následně srovnává pohledy autorů na štihlou výrobu a plýtvání ve výrobních procesech.

Průmyslové inženýrství je velmi rozmanitý inženýrský obor, protože slovo „průmysl“ v sobě skrývá široký význam. V rámci ekonomiky se tento termín vztahuje na výrobu všech ekonomických statků. Obecně platí, že průmysloví inženýři vytvářejí integrované systémy. Tyto systémy zahrnují materiály, lidi, zařízení, energii a znalosti. Průmyslové inženýrství se například uplatňuje při návrhu pracovišť a montážních linek nebo při analýze efektivity procesů. (Kosky et al., 2021)

Purushothama (2019) doplňuje, že průmyslové inženýrství je obecně definováno jako přístup, který je možné aplikovat na všechny faktory, které se podílejí na distribuci a výrobě produktů a služeb. Souhlasí, že se průmyslové inženýrství zabývá vytvářením integrovaných systémů zahrnujících materiály, lidi, zařízení a energii. Dále tvrdí, že průmyslové inženýrství přebírá odpovědnost za optimalizaci výrobních činností.

Sassani (2017) tvrdí, že průmyslové inženýrství je průsečíkem mezi řadou disciplín. Tvrdí také, že průmyslové inženýrství obsahuje technologie, sociální vědy, ekonomii, matematiku a management. Dále doplňuje, že průmyslové inženýrství je mostem mezi všemi technickými obory, jako je výrobní a elektrotechnické inženýrství, strojírenství a chemický průmysl.

V podobném duchu jako ostatní autoři se ve svém článku vyjadřují i Roopa et al. (2024) a tvrdí, že se průmyslové inženýrství zabývá navrhováním, zlepšováním a instalací integrovaných systémů zahrnujících lidi, zařízení, energii a materiály. Cílem je předvídat, měřit a zlepšovat efektivitu a výkonnost těchto systémů. Průmyslové inženýrství k tomu využívá znalostí fyziky, matematiky a společenských věd.

Das (2024) doplňuje definici průmyslového inženýrství ostatních autorů. Je toho názoru, že průmyslové inženýrství zahrnuje mnoho metod, které jsou zaměřeny na zlepšování procesů, systémů a pracovních postupů. Cílem těchto metod je maximalizovat efektivitu a výkonnost. Metody průmyslového inženýrství umožňují organizacím zjednodušit operace, snižovat náklady a dodávat zákazníkům kvalitnější služby a produkty.

Deshpande (2022) se částečně liší svým názorem od ostatních autorů a tvrdí, že průmyslové inženýrství není jen metodologie, ale pro rozkvět průmyslového inženýrství je potřeba na něj nahlížet jako na nový způsob myšlení. Průmyslové inženýrství je podle něj způsobem myšlení, který se zaměřuje na optimalizaci procesů a metodologie je jen jeho projevem.

1.1 Průmyslový inženýr

Průmyslový inženýr by měl kromě perfektní znalosti klasických nástrojů průmyslového inženýrství ovládat také dovednosti z oblasti digitálního světa. Průmyslový inženýr by měl umět tvořit digitální obsah, nakládat s velkými objemy dat, kooperativně komunikovat v digitálních mezioborových týmech, mít znalosti z kybernetické ochrany dat a měl by využívat digitální prostředky k řešení komplexních inženýrských problémů. (Quintero, 2022)

Da Ponte Junior (2021) doplňuje, že průmyslový inženýři si obvykle doplňují vzdělání v oblastech bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, inženýrství bezpečnostních systémů a ergonomii. Podle něj jde o obor, jehož cílem je přizpůsobit práci lidem a vytvořit vhodné prostředí pro bezpečné provádění úkolů.

Podle Sassaniho (2017) jsou průmysloví inženýři praktičtí manažeři. Mezi oblastí, kterými se průmysloví inženýři zabývají, patří například eliminace plýtvání, metody řízení, efektivnější provoz, lepší využití výrobních zařízení, layout vybavení, přidělování personálu nebo bezpečnost a ochrana zdraví při práci. K překonávání těchto výzev mají k dispozici spoustu technik a nástrojů, díky nimž dokáží optimalizovat provoz výrobních a servisních systémů.

Chikasha et al. (2021) shrnují profesi průmyslového inženýra jako dynamickou a multidisciplinární. Budoucnost této profese závisí nejen na schopnostech průmyslových inženýrů reagovat na ekonomické a provozní požadavky průmyslu, ale také na jejich schopnostech rychle inovovat. Kromě toho se musí aktivně podílet na utváření nových průmyslových trendů. Podle nich je nutné klást důraz na rozvoj digitálních technologií při přípravě budoucích průmyslových inženýrů. Domnívají se, že hlavními oblastmi, kde budou v budoucnu působit průmysloví inženýři, jsou inovace a podnikání, digitální technologie a udržitelný rozvoj.

Podobného názoru jsou i Broum et al. (2023). Také považují profesi průmyslového inženýra za multidisciplinární. Podle nich by měli být průmysloví inženýři vzdělávání v multidisciplinárním prostředí. Jedním z aspektů profese průmyslového inženýra by měla být práce s informačními technologiemi, znalost programování a vývoje aplikací. Dále jsou toho názoru, že i když nejsou průmysloví inženýři specialisté na programování, tak se často podílejí na projektech, které využívají rozšířenou realitu pro optimalizaci procesů.

1.2 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je model organizačního řízení, který je zaměřený na zvýšení produktivity prostřednictvím odstraňování plýtvání, fyzického přetížení a nepravidelnosti. Štíhlá výroba se snaží zavést chytré a efektivní metody práce. Zavádění štíhlé výroby má smysl pouze tehdy, pokud jsou lidé respektováni a jejich pracovní podmínky jsou považovány za vyhovující. Pokud jsou tyto dvě podmínky zajištěny, tak štíhlá výroba společně s ergonomií přispívají ke zlepšování produktivity podniku. (Carvalho Alves et al., 2019)

Lembersky (2016) souhlasí s tvrzením, že štíhlý výrobní systém pomáhá ke zvyšování produktivity pomocí odstraňování plýtvání z výrobních procesů. Navíc tvrdí, že kromě zvyšování produktivity také zlepšuje kvalitu. Ta je zlepšována pomocí zviditelňování problémů v čase a místě jejich vzniku. Zároveň vyžaduje, aby byla přijata nápravná opatření k odstranění nekvality a zabránění k budoucímu opakovanému vzniku. Uživatelé štíhlé výroby se neustále učí, jak nepřetržitě zlepšovat produktivitu a kvalitu tím, že průběžně zjednodušují a přepracovávají výrobní systém, což vede ke snižování nákladů a vylepšení finančních výsledků.

Podle Tarantina (2022) se štíhlá výroba objevila v šedesátých letech 20. století v Japonsku, když ji poprvé zavedla firma Toyota. Tvrdí, že v té době nebyly počítačové systémy příliš vyspělé, a proto se filozofie štíhlé výroby opírala o jednoduché vizuální kontroly. Zaměstnanci také mohli učinit rozhodnutí, které by vedlo k zastavení celé výrobní linky, pokud by se vyskytl určitý problém.

S tím nesouhlasí Hernández Centeno a Sifuentes Huayanay (2022), kteří namítají, že se štíhlá výroba objevila už ve čtyřicátých letech 20. století. Štíhlá výroba je podle nich filozofií, která pomáhá k odstraňování plýtvání ve výrobním procesu pomocí implementace konceptů vyvinutých v systému Toyota Production Systems. Dále tvrdí, že filozofie štíhlé výroby nepovažuje nic za garantované, ale naopak se snaží hledat nové způsoby, jak tuto filozofii využít.

Štíhlá výroba je podle Yadav et al. (2020) systémem zlepšování kvality. Implementace štíhlé výroby poskytuje konkurenční výhodu v podobě zlepšování kvality produktů, růstu produktivity, zlepšování zdraví zaměstnanců a zvyšování spokojenosti zákazníků.

Buer et al. (2021) přidávají ve své studii moderní pohled na štíhlou výrobu. Jsou toho názoru, že štíhlá výroba a digitalizace spolu úzce souvisí a při společném využití dochází k pozitivnímu synergickému efektu. Podle nich přináší digitalizace zvýšení provozní výkonosti pouze za předpokladu, že je zároveň na vysoké úrovni implementována také štíhlá výroba. Stejně tak platí, že štíhlá výroba nemůže dosahovat vysokých přínosů bez vysoké úrovně digitalizace.

1.3 Plýtvání ve výrobních procesech

Klein et al. (2021) definují plýtvání jako jakoukoliv lidskou činnost, která sice spotřebovává zdroje, avšak nepřidává žádnou hodnotu. Společnosti musí umět identifikovat formy plýtvání, jejichž odstraněním lze dosáhnout rychlých zlepšení nebo nárůstu produktivity. Pro eliminaci plýtvání je potřeba mít systematický přístup. To je zcela zásadní pro zajištění udržitelnosti a dosažení dlouhodobé efektivity.

Odstranění plýtvání z výrobních procesů se může zdát jako jednoduchý a přímočarý úkol, ale často se stává, že plýtvání jsou identifikována jen velmi omezeně. To má za následek, že není dosaženo plného potenciálu při odstraňování plýtvání. Cílem štíhlé výroby je plýtvání eliminovat. Společnost Toyota rozlišila tři hlavní kategorie plýtvání: Muda (nadbytečnost), Muri (přetížení), Mura (nepravidelnost). V realitě se spousta implementací štíhlé výroby zaměřuje pouze na první typ plýtvání Muda a opomíjí zbylé dvě skupiny plýtvání. Podstatou odstranění plýtvání je identifikovat činnosti, které nepřidávají hodnotu. (Memari et al., 2022)

Garcia-Garcia et al. (2022) dodávají, že klíčovým prvkem každého výrobního podniku je řízení provozu, protože přímo ovlivňuje produktivitu a efektivitu průmyslových činností. Zlepšení řízení výrobních operací přispívá k dosažení vyšší produktivity a efektivity tím, že se zaměřuje na odstraňování plýtvání z výrobních procesů. Aby toto bylo možné, je nutné zavést principy štíhlé výroby.

Mulyana et al. (2022) souhlasí, že plýtvání zahrnuje veškeré aktivity, které sice spotřebovávají čas a peníze, ale nepřidávají žádnou hodnotu. Proto je důležité plýtvání

eliminovat. Štíhlá výroba, což je filozofie neustálého zlepšování, která umožňuje neustálé zlepšování pracovišť, má za cíl tato plýtvání identifikovat a eliminovat.

Většina autorů definuje sedm druhů plýtvání. V literatuře se ale objevují zmínky i o osmém druhu plýtvání, kterým je nevyužitý lidský potenciál.

1.3.1 Transport

Prvním druhem plýtvání je transport. Pokud jsou lidé, materiály, informace, úkoly nebo produkty přepravovány zbytečně, lze tyto pohyby označit za plýtvání. (Paul a Cadle, 2020). V podobném duchu se vyjadřují i autoři Girvan a Girvan (2022). Tvrdí, že plýtvání vzniká přesunem materiálů. Tyto přesuny ale nepřidávají žádnou hodnotu. Zároveň dodávají, že nadbytečné pohyby materiálů mohou být velmi nákladné, mohou poškozovat kvalitu, a to může vést k dodatečným nákladům na čas, stroje a prostor. S tím souhlasí Szabó et al. (2024), kteří taktéž říkají, že toto plýtvání vzniká jakýmkoliv pohybem materiálu, který nepřidává žádnou hodnotu produktu. Transport mezi jednotlivými fázemi výrobního procesu vede k prodlužování doby výrobního cyklu a neefektivnímu využití pracovní síly a prostoru.

S ostatními autory mají podobný názor i Lee et al. (2025), kteří tvrdí, že toto plýtvání zahrnuje pohyb lidí, jejichž úkolem je přeprava materiálů. Kromě transportu materiálů považují za plýtvání i přenos zbytečných dokumentů, které jsou přenášeny kvůli zastaralým pracovním návykům.

Zbytečný transport je plýtvání, které je patrné při nadbytečném pohybu pracovníků, produktů a obsluh vysokozdvížných vozíků ve skladech. Pokud nejsou položky ve skladech seřazeny v logickém pořadí, může docházet k problémům. To zapříčiňuje prodloužení času potřebného k jejich vyhledání. V rámci distribuce je pak tento druh plýtvání spojen s neefektivními trasami nebo s nevhodně zvolenými vykládkovými místy, která jsou příliš daleko od místa doručení. (Escuder et al., 2020)

1.3.2 Zbytečný pohyb

Druhým druhem plýtvání je zbytečný pohyb. Podle Jurové (2016) většina pohybů pracovníka nepřináší žádnou hodnotu. Jedním z pohybů nepřinášejících žádnou hodnotu může být například přesun operátora od výrobní linky do skladu materiálu. Během vykonávání tohoto pohybu se nezkracuje doba výroby produktu, ani se nezvyšuje jeho hodnota. Stejný princip se dá uplatnit i na pohyby paží montážního pracovníka. Zvednutím

dílu z dopravníku se opět nijak nezvyšuje hodnota produktu. Ta se zvedne až přimontováním dílu na výrobek. Podle ní je důležité tyto pohyby z výrobního procesu eliminovat.

Podle Munro et al. (2022) souvisí zbytečný pohyb s nevhodně navrženým layoutem pracoviště. Kromě nevhodného layoutu způsobuje nadbytečné pohyby i nevhodné umístění materiálu a zařízení. To způsobuje časové ztráty při hledání nebo přemísťování materiálu. Zbytečné pohyby také mohou častokrát snižovat kvalitu. K eliminaci tohoto plýtvání je vhodné vytvořit malý tým, který se soustředí na konkrétní zlepšení konkrétní výrobní oblasti. Intenzivní práci na zlepšování je možné za pár dní dosáhnout velkých výsledků.

Cawman ve svém odborném článku (2024) tvrdí, že zbytečné pohyby se dají odhalit pomocí spaghetti diagramu. Pokud je vykonáváno příliš zbytečných pohybů, ve spaghetti diagramu se to projeví jako neorganizovaná spleť čar. Pokud je toto plýtvání eliminováno a je pořízen spaghetti diagram po úpravě procesu, tak počet čar ve spaghetti diagramu se zmenší a zkrátí se ураžené vzdálenosti.

Radin Umar et al. (2024) přidávají pohled na to, jak toto plýtvání působí fyzickou zátěž na zaměstnance. Tvrdí, že zbytečně opakující se pohyby zvyšují fyzickou zátěž u pracovníků. Podle nich je toto plýtvání spojeno se zbytečnými, opakujícími se a nadměrnými lidskými činnostmi, které se objevují při vykonávání rutinních i nerutinních provozních a údržbových úkolů. Činnosti spojené s ruční manipulací, jako je přenášení, zvedání, tlačení a tahání se dají považovat za plýtvání, pokud pracovníci zaujímají nevhodné pracovní polohy a musí tak vynakládat značnou fyzickou energii.

Dube a Gupta (2023) označují zbytečné pohyby jako tiché zabijáky produktivity provozů a dílen. Toto plýtvání podle nich způsobuje nevhodný layout pracoviště. Jedná se o plýtvání, které způsobují pracovníci svým neefektivním pohybem po dílně. Je velmi nezbytné identifikovat pohyby, které lze označit za plýtvání a eliminovat je pomocí standardizování pracovních postupů. Tento typ plýtvání lze eliminovat pomocí optimalizace layoutu pracoviště, která zlepší organizaci pracoviště a rozmístění zařízení a strojů. Díky tomu se omezí pohyby, které nepřidávají žádnou hodnotu.

1.3.3 Čekání

Třetím druhem plýtvání je čekání. To je nejčastěji způsobeno opožděním dodávek, dlouhými seřizovacími časy nebo chybějícími pracovníky. Tento typ plýtvání vede ke ztrátám zdrojů, ale i ke ztrátě motivace u pracovníků, a to může mít negativní dopad na morálku zaměstnanců. Pro eliminaci tohoto plýtvání je vhodné zavést totální produktivní údržbu a

křížové školení pracovníků. Toto školení zajistí rychlé přesuny pracovníků na místa, kde je to potřeba. Nejdůležitější je však pečlivé plánování, které zabrání vzniku tohoto plýtvání. (Laman, 2022)

Podle Girvan a Girvan (2022) toto plýtvání vzniká tím, že se zboží nebo úkoly nepohybují. Plýtvání čekání je lehce rozpoznatelné a je tak lehké na identifikaci. Může se týkat například zboží, které čeká na doručení, díly čekající na uvolnění kapacit strojů nebo dokumenty čekající na schválení. Ramasubramaniam (2020) identifikuje toto plýtvání jako čekání na další krok ve výrobě. Podle něj jde o nečinnost stroje nebo operátora. Nečinnost je zapříčiněna, když jsou lidé a zařízení nuceni čekat na uvolnění dostupnosti jiných zdrojů. Jako konkrétní příklady plýtvání uvádí neflexibilní pracovní sílu, nesynchronizované procesy, dlouhé seřizovací časy, nadbytečný personál nebo nevyvážené výrobní linky. Soliman (2017) k tomuto plýtvání přidává další příklady. Podle něj lze za plýtvání označit čekání na materiál, náhradní díly, údržbu, přestavbu strojů nebo načtení programů do CNC strojů. Tvrdí, že mnoho čekání vzniká kvůli neplynulému toku výrobků. Při výpočtu taktu zákazníka je nutné tyto neplánované činnosti odstranit, aby se zlepšil efektivní provozní čas a zvýšila se dostupnost strojů.

1.3.4 Nadprodukce

Čtvrtým druhem plýtvání je nadprodukce. Pokud se vyrábí více produktů, než je obchodní oddělení schopné prodat, tak se jedná o nadprodukcii. Vyrábět by se mělo dle požadavků zákazníka. Při výrobě produktů, které se neprodají ihned, dochází k plýtvání penězi. Ztráty tvoří náklady vynaložené na výrobu produktu a také spotřeba zásob. Cílem společností by mělo být vyrábět pouze to, co je potřeba, a jen v případě, kdy je to potřeba. Nadprodukce produktů s omezenou životností může vést k riziku poškození nebo zničení produktů. (Soliman, 2017)

Podle Escuder et al. (2020) může nadprodukce výrazně narušit tok objednávek. Pokud jsou objednávky zpracovávány dříve, než je další článek řetězce schopen objednávky převzít, tak vzniká nadprodukce. Následkem je přetížení expedičních a skladovacích zón, což negativně ovlivňuje tok zboží. Salunkhe a Shinge (2018) se shodují s předchozími autory, že nadprodukce znamená vyrábět více produktů než vyžaduje následující proces. Za správný štíhlý přístup označují výrobu produktů na základě zákaznické poptávky a výrobu produktů, které nejsou okamžitě potřeba, označují za plýtvání. Kromě toho označují za nadprodukcii i výrobu předdefinovaných výrobních dávek ve snaze dosáhnout vyšší

efektivity. Dennis (2016) definuje nadměrnou produkci jako výrobu věcí, které se ihned neprodají. Podle něj je toto plýtvání kořenovou příčinou všech ostatních plýtvání.

1.3.5 Nadbytečné zásoby

Pátým druhem plýtvání jsou nadbytečné zásoby. Podle Jurové (2016) toto plýtvání vzniká skladováním náhradních dílů, nedokončených výrobků, hotových výrobků a materiálů. Tvrdí, že tyto položky zabírají zbytečně místo a vážou finanční prostředky, které mohly být využity někde jinde. V kontextu filozofie štíhlé výroby označuje toto plýtvání jako jedno z nejzávažnějších.

Munro et al. (2022) považují všechny zásoby za plýtvání. Se skladováním zásob jsou spojeny náklady, které vznikají s držením zásob. I když držení určitého množství zásob se může jevit jako nezbytné, odstraněním veškerých zásob je možné dosáhnout značné konkurenční výhody, protože redukcí zásob se sníží náklady na výrobu. Jednou z nejčastějších chyb, kterých se firmy dopouští, je navyšování zásob v období ekonomického růstu. Firmy by ale spíše měly sladit výrobu s reálnou poptávkou. Girvan a Girvan (2022) ve své knize uvádějí, že firmy se pro jistotu snaží držet určitou hladinu zásob. Jenže ve skutečnosti drží více zásob, než je potřeba. Nadbytečné zásoby jsou plýtvání, protože nepřidávají žádnou hodnotu ani nepřispívají ke zvýšení spokojenosti zákazníka. Hrozí riziko, že zásoby zastarají a bude je nutné nahradit. Zásoby vážou kapitál, který mohl být použit jinde.

1.3.6 Defekty

Šestým druhem plýtvání jsou defekty. Za ty lze označit jakékoliv chyby v procesu, které vedou ke snížení hodnoty produktu nebo vedou k opětovným zpracováním, které mají za cíl chyby napravit. Vady tedy vedou k dodatečnému přepracování, úpravám procesů, dodatečným kontrolám a změnám. Společnosti si dobře uvědomují, že defekty jsou nákladným plýtváním. Proto lze za jedny z nejlepších štíhlých aktivit označit iniciativy zaměřené na eliminaci vad. (Salunkhe a Shinge, 2018)

Laman (2022) taktéž považuje defekty za plýtvání. Opravy vadných produktů jsou činnosti, které nepřidávají žádnou hodnotu a zákazník za ně není ochotný zaplatit. Mezi časté příčiny vzniku defektů patří nedostatečný systém řízení kvality, nevhodný návrh výrobku, špatné pracovní instrukce nebo špatně nastavený systém školení zaměstnanců. Filozofie

štíhlé výroby vyžaduje důsledné zkoumání vzniku těchto příčin a cílem je neustále snižovat počet defektů.

1.3.7 Zbytečné procesy

Předposledním sedmým plýtváním jsou zbytečné procesy. Podle Dennis (2016) se jedná o nenápadnou formu plýtvání, kdy je prováděno více procesů, než je ochoten zákazník zaplatit. Tvrdí, že se toto plýtvání vyskytuje ve firmách, které jsou řízeny svými technologickými odděleními. Podle Ishola (2019) jsou při výrobě produktů prováděny zbytečné dodatečné práce. Cílem je potěšit zákazníka, ale zbytečná aktivita nebude nikdy zaplacená, a proto není nutné tyto procesy vykonávat. Plýtvá se materiálem, lidskými zdroji a časem. I podle Purohit a Borikar (2018) vznikají zbytečné procesy zbytečnými pracemi na produktu. Kromě toho ale tvrdí, že toto plýtvání způsobují nevhodné pracovní postupy, zbytečná manipulace a nevhodné skladování. To vše přináší další náklady, které zákazník není ochotný zaplatit. Nízkonákladovou automatizací a správným prováděním procesů lze podle nich toto plýtvání eliminovat.

1.3.8 Nevyužitý lidský potenciál

Nevyužitý lidský potenciál je posledním osmým druhem plýtvání. Tento druh plýtvání nebyl uveden v původním Toyota Production System konceptu, ale objevil se až později. Plýtvání potenciálem podle Gradim a Teixeira (2022) znamená nedostatečné využití talentu, schopností, dovedností a znalostí lidí. Je velmi těžké toto plýtvání odhalit. Je důležité oprostit pracovníka od činností, které nepřidávají žádnou hodnotu, ale zároveň musí být osvobozen od činností, které nestimulují jeho intelekt. Pokud má zaměstnanec vyšší vzdělání, než vyžaduje jeho pozice, tak se jedná o plýtvání potenciálem. Vedení společnosti by mělo zaměstnancům přiřazovat adekvátní úkoly, které přidávají hodnotu a zároveň rozvíjí samotné zaměstnance.

Autoři Lee et al. (2025) jsou podobného názoru, že tento poslední druh plýtvání vzniká, když zaměstnanci vykonávají činnosti, které nedosahují jejich schopnostem a znalostem. Neefektivní využívání lidských zdrojů může vést k plýtvání potenciálem pracovníků, protože nejsou využívány všechny schopnosti pracovníků. Dále doplňují, že k tomuto plýtvání může přispívat nadměrná byrokracie a omezené pravomoci.

2 ŠTÍHLÝ LAYOUT

V této kapitole se autor věnuje definici, konceptům a principům prostorových uspořádání výrobních hal. Dle Pérez-Gosende et al. (2021) je layout definován jako proces fyzického uspořádání faktorů utvářejících výrobní systém za účelem efektivního plnění strategických cílů organizace. Při plánování layoutů je naplánování layoutů strategickým rozhodnutím, protože vysoké náklady na změnu nedovolují měnit layout v krátkém časovém horizontu. Na layoutu závisí efektivita, produktivita a konkurenceschopnost výrobních systémů.

Dále pak Ayough et al. (2020) tvrdí, že výkonnost pracoviště je závislá na tom, jak efektivně je navržen layout výrobní haly. Zároveň dodávají, že výkonnost pracoviště nezávisí pouze na layoutu, ale i na faktorech, které jsou závislé na pracovnících. Především jde o faktory jako je učení, motivace a zapomínání.

Cílem plánování layoutu továrny je navrhnout vhodné uspořádání, které zohledňuje různé faktory, jako je například tok materiálu. Ručně vymyslet a naplánovat layout je složitý proces, ze kterého může vyplynout více variant layoutů. (Klar et al., 2024)

Také Maganha et al. (2019) sdílejí podobný názor, že layout výrobní haly a pracovišť je důležitým faktorem výkonnosti výrobních systémů. Tvrdí, že po vytvoření počátečního layoutu nedochází většinou v tradičních výrobních systémech k dalším výrazným změnám layoutu. Na druhou stranu tvrdí, že se požadavky na trhu mění stále častěji a v moderních výrobních systémech musí být konfigurace layoutu schopna přizpůsobovat se novým požadavkům na výrobu. Zároveň moderní layout musí minimalizovat náklady na manipulaci s materiálem a maximalizovat úspory v oblasti toku materiálů a nákladů na zásoby.

2.1 Druhy uspořádání layoutů dle materiálového toku

Několik autorů rozlišuje uspořádání layoutů pracovišť dle průběhu materiálových toků. Oproti klasickému dělení podle typu výroby se toto rozdělení zaměřuje přímo na plynulost materiálového toku. Pérez-Gosende et al. (2021) uvádějí, že toto rozdělení se zaměřuje na rozdělení pracovišť za účelem usnadnění toku materiálu. Lista et al. (2021) konstatují, že bez ohledu na velikosti společnosti je návrh layoutu velmi důležitý. Layout je rozhodujícím faktorem pro dosažení vyšší efektivity při manipulaci s materiály a v tom případě je důležitý i z pohledu snižování výrobních nákladů. Odhadují, že náklady na materiálový tok tvoří 30 až 70 % celkových výrobních nákladů produktů.

2.1.1 Jednořadé uspořádání

Jednořadé uspořádání strojů a zařízení cílí na co nejnižší náklady na manipulaci s materiály. Jak již z názvu vypovídá, zařízení jsou uspořádána do jedné lineární řady. Má využití v několika různých oblastech, například ve flexibilních výrobních systémech, kde může být materiál dopravován pomocí automatizovaných vozidel. (Kalita a Datta, 2018)

Hosseini-Nasab et al. (2018) definují tento typ layoutu jako uspořádání, které se zabývá uspořádáním daného počtu obdélníkových zařízení podél přímky vedle sebe tak, aby byly minimalizovány vzdálenosti materiálových toků mezi jednotlivými zařízeními s ohledem na intenzitu toků. I když se jedná o jednořadé uspořádání, tak tvar layoutu může kromě přímky vypadat i jako půlkruh nebo tvar písmene U. Také Keller a Buscher (2015) souhlasí s názorem, že smyslem jednořadého uspořádání je vytvořit plynulý materiálový tok. Toho lze docílit díky zkrácení tras na minimum mezi jednotlivými zařízeními. Dále dodávají, že při návrhu tohoto typu layoutu se v potaz nebere pouze intenzita toků mezi zařízeními, ale také jejich rozměry. Přesto, že je název uspořádání označován jako jednořadý, tak se nemusí jednat o jednoduchou přímku. Hlavní charakteristikou tohoto uspořádání je tok materiálů v jednom směru. V praxi je tento typ layoutu velmi oblíbený, protože je jednoduchý na řízení.

2.1.2 Dvouřadé uspořádání

Podle Gülşen et al. (2019) jsou při dvouřadém uspořádání layoutu zařízení uspořádána podél centrální uličky do dvou paralelních řad. Významnou výhodou dvouřadého uspořádání je rozdělení materiálového toku mezi dvě řady a díky tomu dochází k lepšímu využití výrobních kapacit zařízení a zkracují se přepravní trasy. Oproti jednořadému uspořádání je tento typ layoutu složitější, protože musí být určeno přesné rozmístění strojů v obou řadách a také pořadí strojů v jednotlivých řadách. Tento typ layoutu se hodí do výrob, u kterých se materiál opakovaně vrací na stejné stroje.

Hungerländer a Anjos (2015) přidávají svůj pohled na dvouřadé uspořádání. Podle nich jde o přirozené rozšíření jednořadého uspořádání. Často se dvouřadé uspořádání kombinuje společně s autonomně řízenými vozidly. Autonomní vozidla mohou obsluhovat obě řady zároveň a dochází tak ke zlepšení manipulace s materiály a prostor je efektivněji využit. Rifai et al. (2020) taktéž definují dvouřadé uspořádání jako uspořádání zařízení do dvou řad podél centrální zásobovací uličky. Také podle nich toto uspořádání umožňuje efektivnější materiálový tok, lepší využití prostoru a kombinuje se často s autonomně řízenými vozidly,

které obsluhují obě řady. Oproti jednořadému layoutu nabízí dvouřadé uspořádání lepší flexibilitu v uspořádání zařízení a směrech materiálového toku.

2.1.3 Víceřadé uspořádání

Podle Guo et al. (2024) je hlavním cílem víceřadého uspořádání je minimalizace nákladů na manipulaci s materiály, které vznikají při přesunech materiálu mezi jednotlivými zařízeními. Víceřadé uspořádání je v podstatě dvourozměrné rozvržení zařízení do několika rovnoběžných řad, přičemž se berou v potaz provozní a prostorová omezení. Také tento typ uspořádání je podle nich vhodný kombinovat s autonomně ovládanými vozidly.

Podle Anjos a Vieira (2021) je víceřadé uspořádání rozšířením jednořadého a dvouřadého uspořádání. Je to specifický layout, ve kterém jsou stroje rozvrženy do tří a více paralelních řad. Tento typ layoutu se hodí do složitých výrobních systémů, které jsou omezeny prostorem nebo vyžadují specifický materiálový tok. Častokrát lze najít uplatnění tohoto layoutu i ve výrobních systémech, které vyžadují efektivní rozmístění strojů s ohledem na pohyb materiálu a osob. V těchto systémech bývá počet řad určený předem stejně jako rozestupy mezi jednotlivými řadami, a to z důvodu přístupu manipulační techniky k jednotlivým zařízením. Taktéž se shodují na názoru, že cílem víceřadého uspořádání je snížit náklady na manipulaci a snížit celkové přepravní vzdálenosti.

2.1.4 Volně uspořádané rozvržení

Volně uspořádané rozvržení je specifickým typem layoutu. V tomto druhu layoutu neexistuje pevně daná struktura řad, smyček nebo buněk. Zařízení jsou rozmístěna volně dle dostupné plochy a rozmístění je určeno na základě požadavků materiálového toku, skladových potřeb nebo dostupnosti pro obsluhu. Volně uspořádané rozvržení je vhodné pro výrobní systémy, které vyrábějí široký sortiment produktů. Hlavní výhodou tohoto layoutu je vysoká flexibilita díky nezávislosti tras mezi zařízeními. Jednotlivé trasy mezi zařízeními mohou být různě kombinovány. Nevýhodou je výrazný nárůst nákladů na manipulaci s materiály při zvyšujícím se počtu strojů. (Alduaij a Hassan, 2020)

Také Hosseini-Nasab et al. (2018) jsou stejného názoru, že ve volně uspořádaném layoutu jsou pracoviště a stroje zcela volně umístěny v prostoru. Neexistují zde pevně stanovené dráhy toku materiálu, jako u řadových uspořádání. Shodují se, že výhodou tohoto uspořádání je vysoká flexibilita při přizpůsobování změnám ve výrobě. Při návrhu tohoto layoutu je důležité zajistit, aby se jednotlivá zařízení nepřekrývala a zůstal tak zachován

efektivní tok materiálů. Podmínka nepřekrývání je největším technickým omezením při návrhu tohoto typu layoutu. Tento layout je využíván ve složitějších výrobních systémech, kde je potřeba větší prostorová volnost.

2.2 Tradiční druhy uspořádání layoutů

Jako tradiční uspořádání definuje několik autorů procesní, produktové a s pevným umístěním výrobku. Maynard a Binanda (2023) uvádějí, že rozhodnutí o konkrétním uspořádání layoutu může ovlivnit několik klíčových faktorů. Jako klíčové faktory označují průchodnost výroby, délky výrobních cyklů, efektivitu, bezpečnost pracovníků a flexibilitu při změnách v poptávce. Mezi klíčové výkonnostní indikátory layoutů řadí využití prostoru, dodací lhůty a náklady na manipulaci s materiály.

Charron (2015) je toho názoru, že špatný layout je příčinou zbytečných pohybů. Nevhodný layout způsobuje plýtvání při přesunu materiálů do pozic, ve kterých teprve dojde k přidání hodnoty. Podle něj je ve výrobním prostředí věnováno organizaci pracoviště jen velmi málo času.

2.2.1 Procesní uspořádání

V tomto uspořádání jsou zařízení seskupena podle příbuznosti technologie. Tento layout je nezávislý na konkrétních výrobcích, které jsou vyráběny na strojích. Typicky je tento typ layoutu využíván pro malosériovou nebo zakázkovou výrobu standardizovaných komponent a produktů. V praxi to znamená, že jsou například všechny soustruhy umístěny společně v jedné dílně. Za výhodu tohoto typu layoutu se dají považovat počáteční nízké investice do nákupu zařízení, protože jeden stroj obvykle vyrábí více výrobků. Za nevýhodu se dají považovat dlouhé materiálové toky. (Kiran, 2019)

Podle Janušky (2018) je při tomto uspořádání dražší cena jednoho výrobku než u produktového uspořádání. Je to zapříčiněno dlouhými materiálovými toky a složitější manipulací s materiály. Je stejného názoru, že v tomto typu layoutu jsou stroje uspořádány dle příbuznosti technologie. Za výhodu označuje velkou flexibilitu výrobního procesu.

2.2.2 Produktové uspořádání

V tomto uspořádání jsou zařízení seskupena podle typů výrobků, které mají podobné výrobní postupy. Fyzické rozmístění strojů určuje pořadí operací, které jsou potřeba pro zpracování daného výrobku. Tento typ layoutu je typický pro hromadnou výrobu. Výhodou tohoto

uspořádání jsou minimální materiálové toky mezi jednotlivými stroji. Přeprava materiálů je zpravidla zajištěna pomocí dopravníků nebo gravitačních drah. (Sassani, 2017)

Maynard a Binanda (2023) dodávají, že tento typ layoutu je vhodný do výroby, kde se vyrábí malé počty typů produktů, avšak vyráběných ve velkém množství. I podle jejich názoru jsou v tomto typu layoutu stroje uspořádány dle sekvence výrobních operací. Toto pořadí strojů odpovídá technologickému postupu výrobku. Tento typ layoutu umožňuje plynulý tok materiálů, vysokou efektivitu výroby a snadnou aplikaci automatizace. Za nevýhodu označují nízkou flexibilitu. Je velmi obtížné provádět změny v layoutu při změně sortimentu.

2.2.3 Uspořádání s pevným umístěním produktu

Podle Kiran (2019) je uspořádání s pevným umístěním produktu používáno pouze u produktů, se kterými je obtížné manipulovat. Příkladem může být výroba letadel nebo lodí. Vyráběný produkt je po celou dobu výroby stále na jednom místě a nikam se nehýbe. Tento typ layoutu je založen na principu, že z hlediska nákladů je levnější dopravovat k výrobku všechny potřebné prostředky než hýbat se samotným produktem. Za výhodu je označena minimalizace materiálových toků a počátečních kapitálových investic.

Také Maynard a Binanda (2023) jsou stejného názoru, že je tento typ layoutu používán u výrobků s pevnou pozicí. V tomto typu uspořádání je klíčovým provozním úkolem načasovat správně jednotlivé činnosti, tak aby odpovídaly výrobnímu harmonogramu. V layoutu musí být zachován dostatečný prostor ke snadnému přístupu k výrobku a pro uskladnění nástrojů. Přestože je tento typ často spojován pouze s velkými výrobky, může být použit i u výrobků, kde se činnosti provádějí na jednom centrálním místě.

2.3 Současný trend v uspořádávání layoutu

Několik autorů shledává současný trend v uspořádávání layoutů do flexibilních výrobních systémů, které jsou schopny flexibilně reagovat na změny v poptávce vyráběných produktů. Jako flexibilní výrobní systém je často označován buňkový layout. Lamba et al. (2020) tvrdí, že základním principem buňkového layoutu je princip skupinové technologie. Zařízení jsou seskupena do výrobních buněk na základě podobnosti technologických požadavků. Tento typ layoutu optimalizuje náklady na manipulaci s materiály a snižuje celkovou spotřebu elektrické energie. Golmohammadi et al. (2021) souhlasí, že buňkový layout může snížit náklady na manipulaci s materiály. Dále podle nich buňkový layout snižuje zásoby

rozpracované výroby a zkracuje dobu průchodu výrobním systémem. Kromě zlepšení výkonnosti systému snižuje kvalitní layout výrobní náklady o 50 %.

Kiran (2022) definuje buňkové uspořádání jako přístup, ve kterém jsou zařízení, lidé nebo pracoviště rozděleny do buněk. Výroba je usnadněna tím, že jsou odstraněny zbytečné náklady mezi jednotlivými operacemi. Výrobní buňka je jednotka, která je větší než samostatný stroj nebo jedno pracoviště, ale zároveň menší než výrobní oddělení. Buňky jsou navrhovány pro konkrétní proces, díl nebo celý produkt. Maynard a Binanda (2023) dodávají, že koncept buňkového uspořádání využívá flexibilitu procesního uspořádání, ale zároveň zvyšuje efektivitu pomocí principů produktového uspořádání. Stroje jsou do buněk seskupeny podle příbuznosti technologií a layout buňky je navržen tak, aby se minimalizoval materiálový tok.

3 INTERNÍ LOGISTIKA

Podle Jurové (2016) se interní logistika zaměřuje na návrh manipulačních systémů, optimalizaci využití prostoru a pracovních podmínek, ale také na zlepšení materiálových toků. Kromě toho se logistika zaměřuje i na odstraňování zbytečných manipulací souvisejících s výrobkem. Manipulace je spojena s téměř každou lidskou činností. Náklady na manipulace s materiály patří k nejvýznamnějším nákladům podniku, a proto by tato problematika měla být řešena systémovým přístupem.

Mayang et al. (2024) za jeden z hlavních problémů současného průmyslu označují schopnost dodávat kvalitní výrobky v co nejkratším čase a při minimalizaci nákladů. Ke splnění těchto faktorů je nutné přesné načasování výrobních procesů, což vyžaduje spolehlivou interní logistiku a zároveň správné řízení skladů. Pro zvýšení produktivity ve skladech doporučují optimalizovat skladové operace, což zapříčiní rychlejší reakci na požadavky zákazníků. Pro zlepšení skladových operací se však musí nejprve odhalit zbytečná a neočekávaná plýtvání.

3.1 Manipulace s materiály

Manipulace s materiály je klíčovým prvkem výrobního systému. Cílem je, aby stroj nebo pracoviště obdrželo materiál ve správném čase a v požadované kvalitě. Správná manipulace s materiály přispívá k plynulosti výroby, optimalizuje využití strojů a minimalizuje prostoje. V rámci výroby se tato činnost týká především dodávky vstupních materiálů, přesunu polotovarů a hotových výrobků. Současným trendem je kladení důrazu na prediktivní a inteligentní systémy manipulace. (Wang et al., 2020)

Podle Likhith a Deepak (2023) je manipulace s materiály věda o skladování, přepravě a balení materiálů v jakékoliv podobě. V některých případech nemusí manipulace s materiály vyžadovat použití strojních zařízení. Na druhou stranu v posledních letech došlo k rozvoji technologií a typů zařízení pro manipulaci s materiály. Jedná se například o roboty, autonomně řízená vozidla, počítačové systémy pro vychystávání nebo vysoko regálové skladové systémy. Systémy manipulace s materiály se neodmyslitelně staly součástí průmyslových systémů a významně přispívají k nárůstu produktivity výrobních závodů.

Kosky et al. (2021) definují manipulaci s materiály jako obor, který se zabývá řešením pohybu, řízením, skladováním a ochranou materiálů. Podle nich je hlavním cílem systému manipulace s materiály snížení jednotkových nákladů na výrobu. Náklady na manipulaci

s materiály významně přispívají k celkovým výrobním nákladům. V odvětvích, kde je poměr nákladů na manipulaci k celkovým výrobním nákladům vysoký, je kladen důraz na snižování těchto nákladů. Manipulace s materiály se dá v současnosti považovat za oblast, ve které je výhodné provádět zlepšení za účelem snižování celkových výrobních nákladů.

3.2 Materiálový tok

Dle Delgado Sobrino (2016) přetrvává ve výrobní praxi tendence navrhovat nový layout podle stávajícího materiálového toku. Při návrhu layoutu je však nejprve nutné zanalyzovat materiálový tok a teprve potom navrhnout layout. Cílem materiálového toku je navrhnout konfiguraci systému manipulací s materiály, který optimalizuje náklady, flexibilitu, výrobní kapacity a přizpůsobivost výrobního systému. Plánování toku materiálu tak vykazuje přímé vazby na rozhodnutí o layoutu.

Podle Kolos (2017) je materiálový tok charakterizován jako součást hodnototvorného toku. Během materiálového toku dochází k přeměně materiálových zásob na výrobek, přičemž se zároveň vytváří hodnota pro zákazníka. Dále uvádí, že materiálový tok je nutné chápat jako systém vzájemně propojených procesů. Řídit materiálový tok je možné s využitím procesního, systémového a funkčního přístupu za účelem podpory štíhlé výroby v podniku. Januška (2018) dodává, že pro optimalizaci materiálového toku je nutné navrhnout takové řešení, aby výrobek procházel nejkratší možnou cestou za účelem dosažení nejnižších nákladů na transport. Snahou je tedy nalézt nejmenší sumy nákladů na transport u všech výrobků či materiálů. Plinta a Radwan (2023) také definují materiálový tok jako přeměnu výrobních zásob na hotový výrobek, čímž se vytváří hodnota pro zákazníka. Při řízení materiálového toku je cílem zajištění konzistence zásobování a spolehlivosti výrobních procesů. Forma organizace výroby určuje podobu toho, jak vypadá materiálový tok mezi jednotlivými pracovišti nebo stroji. S materiálovým tokem úzce souvisí manipulace s materiály. Ta zahrnuje všechny procesy určující spotřebu materiálu a plynulost jeho toku. To přímo ovlivňuje efektivitu výrobního procesu.

4 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

V následující kapitole se autor diplomové práce zaměřuje na vybrané metody průmyslového inženýrství, které byly použity k analýze současného stavu na vybraném pracovišti v praktické části diplomové práce.

4.1 Snímek pracovního dne

Buchmeister a Herzog (2024) jsou názoru, že snímek pracovního dne je statistická metoda měření práce určená k náhodnému pozorování vybraných skupin strojů, lidí nebo pracovišť za určité časové období. Cílem je zjistit, kolik procent času je věnováno konkrétním činnostem. Pokud pracovní činnosti nemají krátké cykly nebo vysokou míru opakovatelnosti, je použití snímku pracovního dne nezbytné. Údaje ze snímkování mohou být použity například k nastavování standardů.

Ochoa et al. (2017) dodávají, že snímek pracovního dne není vhodný k nastavování norem u činností s krátkými cykly. I podle nich se jedná o metodu měření práce. Snímek pracovního dne umožňuje určit procentuální poměr konkrétních činností pomocí statistického výběru a shromáždění velkého množství informací z jednotlivých pozorování. Za výhodu označují fakt, že jeden pozorovatel může sledovat více pracovníků nebo strojů zároveň. Indah Kartika Sari et al. (2021) jsou toho názoru, že touto metodou lze zjistit produktivitu pracovníků při vykonávání jejich práce a získat tak normovaný čas potřebný k dokončení cyklu pracovní činnosti, který lze určit jako standard pro ostatní pracovníky. Sbírání dat touto metodou by mělo probíhat v náhodně zvolených časových okamžicích.

4.2 Spaghetti diagram

Tague (2023) definuje spaghetti diagram jako vizuální nástroj, který se používá ke znázornění pohybu během procesu. Znázorňovat se mohou pohyby osob, materiálů nebo informací. Pro vytvoření diagramu je nutné mít půdorysový výkres prostoru, kde se pohyby odehrávají. Poté se do něj zakreslují čáry, které značí pohyby. Používá se především pro odhalování plýtvání způsobeného zbytečnými pohyby. Při tvorbě spaghetti diagramu je nutné nejprve identifikovat sledovaný prvek. Následně se určí sledovaná oblast a vytvoří se seznam kroků. Potom už se daný prvek sleduje a zakreslují se pohyby do výkresu. Následně se pořízený diagram analyzuje a identifikují se zbytečné pohyby.

McShane-Vaughn (2022) dodává, že kromě plýtvání způsobeného zbytečnými pohyby lze tento nástroj použít i na odhalení plýtvání způsobeného transportem. Souhlasí, že

spaghetti diagramy znázorňují fyzický tok lidí, materiálů nebo informací. Čáry v diagramu znázorňují cestu, kterou daný prvek v rámci procesu urazil. Spaghetti diagram často odhaluje zbytečné trasy, které by jinak zůstaly nepovšimnuté. Autoři Jana a Tiwari (2021) souhlasí, že tento nástroj odhaluje plýtvání způsobené zbytečnými pohyby a transportem. Podle nich jde o znázornění pohybů pomocí nepřerušované čáry. Název nástroje je odvozen od tvaru zakreslených čar, které častokrát připomínají špagety.

4.3 XYZ analýza

Podle Kubasákové a Kubáňové (2024) je XYZ analýza metodou klasifikace zásob na základě jejich obrátkovosti. Je zaměřena na to, jak často se položky ve skladu pohybují neboli jak často jsou uvolňovány do výroby. Na základě frekvence těchto pohybů lze stanovit klasifikaci položek, která odráží jejich spotřebu. Tato analýza je vhodná ke zlepšení skladového uspořádání zásob, protože umožňuje plánovat rozmístění položek a tím snížit čas i náklady spojené s manipulací.

Stević a Merima (2021) definují XYZ analýzu mírně rozdílně. Podle nich je to klasifikační metoda, která zkoumá variabilitu spotřeby skladových položek. Oproti metodám, které hodnotí objem nebo finanční hodnotu zásob, se XYZ analýza zaměřuje na rozlišení položek podle míry stability poptávky v čase. K tomu je využíván koeficient variability, který porovnává průměr a směrodatnou odchylku spotřeby zásob.

Analýza XYZ klasifikuje zboží a zásoby na základě variability jejich poptávky nebo spotřeby. Výsledky této analýzy slouží k vytvoření strategií pro řízení materiálových toků. U zboží, které má sezónní nebo rychle měnící se poptávku, může být klasifikace ovlivněna hodnotami z období před změnou. To může zapříčinit nadhodnocení méně významného zboží, a naopak může vést k podhodnocení zboží, jehož význam kvůli růstu příjmů v poslední době vzrostl. (Kabanova et al., 2022)

4.4 Sankey diagram

Podle Lupton a Allwood (2017) jsou Sankey diagramy používány k vizualizaci toků materiálů, aby dopomohly k pochopení ztrát a neefektivností. Dále slouží k zmapování výrobního procesu a poskytnutí přehledu o měřítku systému. Ve všech těchto případech musí Sankey diagramy obsahovat dvě klíčové vlastnosti. Zobrazují fyzické toky, které se vztahují k funkční jednotce nebo časovému období a intenzita toku je znázorněna šířkou spojnic mezi jednotlivými objekty.

Autoři Kampf a Hlatká (2019) konstatují, že Sankey diagram je efektivním nástrojem pro vizualizaci toku materiálů mezi jednotlivými pracovišti ve výrobním podniku. Tento nástroj je možné využít v menších i ve větších provozech. Může být použit v částečně nebo plně automatizovaných výrobních procesech. Může být integrován přímo na layout půdorysu výrobní haly k znázornění přesného zakreslení materiálových toků. Šířka jednotlivých šipek znázorňuje množství přepravovaného materiálu a délka značí vzdálenost. Pro zvýšení přehlednosti Sankey diagramu se používá barevné odlišení materiálových toků.

Porter et al. (2021) souhlasí, že Sankey diagram je efektivní vizuální nástroj pro vizualizaci materiálových toků. Běžné Sankey diagramy jsou vhodné pro rychlé zobrazení trendů, ale mají určitá omezení. Zejména neschopnost zobrazit hierarchickou strukturu uzlů. Proto navrhuje tzv. hierarchický Sankey diagram. Jednotlivé uzly jsou v tomto diagramu podrobněji rozděleny horizontálním nebo vertikálním směrem. Díky tomuto podrobnějšímu rozdělení je možné sledovat podrobnější struktury dat a analyzovat průchod informací mezi jednotlivými úrovněmi.

II PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Autor zpracoval diplomovou práci ve společnosti KALINA industries, s.r.o. Společnost sídlí ve Zlíně v městské části Příluky. Název společnosti je odvozen od příjmení zakladatele Jana Kaliny. Začátky společnosti se datují k roku 1990, kdy Jan Kalina začal podnikat v oboru kovotlačitelství a automobilového těsnění. (interní materiály společnosti)

Výrobní prostory byly v začátcích umístěny ve sklepních a garážních prostorech rodinného domu ve Zlíně v Prštém. Při postupném růstu firmy byly stávající prostory nedostačující, a proto došlo v roce 1993 k přestěhování firmy do nových větších prostor, které se taktéž nacházely ve Zlíně v části Pršté. V roce 1999 byla založena nová pobočka společnosti ve městě Tábor, která měla zajistit lepší obchodní zastoupení a zlepšit obsluhu zákazníků v Čechách. Proto byla postavena pobočka s prodejnou a skladem, kam se dodnes dováží výrobky vyrobené v pobočce ve Zlíně. Taktéž tábořská pobočka postupně rostla, a proto se musela v roce 2005 přestěhovat do větších prostor, ve kterých se nachází dodnes. (interní materiály společnosti)

Výrobní pobočce ve Zlíně opět nedostačovaly výrobní prostory, a proto byla v roce 2008 postavena nová výrobní hala v oblasti Zlín – Příluky. V této lokalitě společnost zůstala dodnes a v roce 2016 přistavěla další část výrobní haly s výrazně větším výškovým rozměrem oproti původní výrobní hale. Tento přístavek rozšířil možnosti skladování materiálů, díky využití výšky výrobní haly. V současné době výrobní prostory společnosti KALINA industries s.r.o. vypadají tak, jak jsou zachyceny na obrázku 1.



Obrázek 1 Výrobní hala společnosti

(zdroj: interní materiály společnosti)

V současné době společnost pracuje na další expanzi výrobních a administrativních prostor, které rozšíří výrobní možnosti společnosti. V areálu firmy KALINA industries s.r.o. se nachází další společnost, jejíž výrobní prostory přímo sousedí s výrobními prostory KALINA industries s.r.o. Následující obrázek 2 zobrazuje rozdělení areálu těchto dvou společností.



Obrázek 2 Rozdělení areálu

(zdroj: interní materiály společnosti)

Na obrázku 2 je na leteckém snímku zobrazeno rozdělení areálu mezi společnostmi KALINA industries s.r.o. a sousedící firmou. V modrém rámečku se nacházejí výrobní prostory sousedící společnosti a ve žlutém rámečku se nachází prostory společnosti KALINA industries s.r.o. K rozšíření prostor dojde tím, že KALINA industries s.r.o. odkoupí výrobní halu sousedící společnosti, která tak areál zcela opustí.

V současné době společnost KALINA industries s.r.o. zaměstnává okolo 70 zaměstnanců a operuje na ploše bezmála 3 300 m² a z toho téměř 2 500 m² je využito pro výrobní a skladovací účely.

5.1 Portfolio vyráběných produktů

Výrobní portfolio společnosti je velmi rozmanité. Hlavní výrobní činnost spočívá ve zpracování zakázek od zákazníků, kteří definují rozměr a tvar požadovaných produktů. Většinu vyráběných dílů tvoří plochá automobilová a průmyslová těsnění, a to jak z měkkých těsnících materiálů, tak i kovových materiálů. Těsnění pro automobily neslouží pro výrobu nových automobilů, ale jako náhradní díly do starších automobilů, na které se již nevyrábí originální náhradní díly. Na obrázku 3 jsou uvedeny názorné příklady, jak taková těsnění vypadají.



Obrázek 3 Automobilová a průmyslová těsnění

(zdroj: interní materiály společnosti)

Na předchozím obrázku 3 se nachází příklad některých vyráběných automobilových těsnění. Jedná se například o těsnění pod hlavu válců, které zajišťuje těsnost mezi hlavou válců a blokem motoru. Těsnění jsou vyráběna pro osobní automobily, nákladní vozy i traktory. Z průmyslových těsnění se jedná například o různá těsnění rozvodových a pojistných skříní. Pro výrobu těchto dílů jsou využívány stroje, které se nazývají řezací plotry a vysekávací stroje. Některá specifická těsnění jsou vyráběna jako kusová výroba a jsou vyráběna ručním vysekáváním.

Společnost se dále zaměřuje na kovovýrobu. Disponuje lisovnou s excentrickými a rychloběžnými lisami, dvěma lasery, vodním paprskem a CNC ohraňovacím lisem. Díky těmto strojům je možné vyrobit široké spektrum dílů ze všech druhů železných a neželezných kovů na základě požadavků zákazníka. Výběr stroje a technologie se odvíjí především od požadovaného počtu kusů, složitosti daného výrobku a požadavků zákazníka.



Obrázek 4 Těsnící měděné kroužky

(zdroj: interní materiály společnosti)

Technologie lisování je vhodná pro velkosériové výrobky s jednoduchým tvarem, například pro různé měděné těsnící kroužky, které jsou zobrazeny na obrázku 4. Výhodou laserového řezání je možnost vyrábět tvarově složité výrobky, například různé konstrukční prvky. Pro díly z materiálů, které nesmí projít tepelným ovlivněním a mají složitý tvar, je vhodné použít vodní paprsek. K tvarování a ohýbání dílů je používán CNC ohraňovací lis, díky němuž je možné vyrábět různé kryty, panty, držáky a jiné různé díly. Firma má také vlastní nástrojárnu, která slouží pro interní výrobu a opravu nástrojů potřebných k výrobě.

5.2 Organizační struktura podniku

V této kapitole autor přibližuje organizační strukturu zlínské pobočky firmy KALINA industries s.r.o., ve které zpracovával diplomovou práci. Jak již autor zmínil, ve společnosti se nachází celkem zhruba 70 zaměstnanců. V čele společnosti stojí jednatelé společnosti, což jsou celkem 3 osoby. Jednatelé jsou rodinní příslušníci Jana Kaliny, původního zakladatele společnosti.

Příloha P I: *ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI* zobrazuje organizační strukturu vybraných pozic společnosti KALINA industries s.r.o. Z přílohy je patrné, že nejvíce pravomocí mají jednatelé společnosti, kterým je přímo podřízený výkonný ředitel společnosti. Ten zodpovídá za fungování tří úseků. Konkrétně se jedná o ekonomický, obchodní a výrobní úsek. V čele ekonomického úseku stojí ekonomický ředitel. Tento úsek je zodpovědný za finanční řízení společnosti. Obchodní ředitel stojí v čele obchodního úseku. Cílem obchodního úseku je získávat nové zakázky a udržovat kladné vztahy se

zákazníky. Z hlediska počtu pozic je nejkomplexnější úsek výrobní. Logika rozdělení výrobního úseku je dělení na výrobní střediska. Tato střediska jsou utvořena podle příbuznosti technologií, které se na daném středisku nacházejí.

- Středisko LSN – lisovna
- Středisko PZ – plotry, zakázková výroba, vysekávací stroje
- Středisko LVO – laser, vodní paprsek, ohraňovací lis
- Středisko nástrojárna

Kromě organizačního rozdělení jsou i názvy většiny středisek odvozeny od strojů, které pod dané středisko patří. Název střediska LSN je odvozen od lisů, dále středisko PZ od plotrů a ruční – zakázkové výroby, a nakonec středisko LVO je odvozeno od laserů, vodního paprsku a ohraňovacího lisu. Každé středisko má svého vedoucího, který zodpovídá za hospodaření svého střediska. Obsazení a složení jednotlivých pozic se liší na základě daného střediska. Střediska LSN, PZ a LVO produkují výrobky, které si zákazník objednal. Naproti tomu nástrojárna produkuje pouze výrobky, které slouží pro zajištění chodu zmíněných středisek. Především vyrábí a opravuje nástroje pro ostatní střediska. Střediska LSN, PZ a LVO tak lze označit za hlavní střediska a nástrojárnu lze označit za vedlejší středisko. Každé hlavní středisko má svého plánovače, který plánuje, kdy se jaký výrobek a na jakém stroji bude vyrábět. Dále pak střediska PZ a LVO mají svého technologa, který tvoří technologické postupy. U střediska LSN vykonává pozici technologa vedoucí střediska. Na tomto středisku je vysoká míra opakovatelných výrobků a zároveň se vyrábí v několikatisícových sériích, proto tuto pozici zvládne vedoucí vykonávat. Zároveň toto středisko nepotřebuje žádného programátora, protože nastavení lisů provádí přímo operátoři ve výrobě a lisy nejsou počítačově řízené stroje. Střediska PZ a LVO obsahují počítačově řízené stroje, a proto potřebují programátory, kteří tvoří programy na dané stroje na základě požadovaného výrobku. U středisek, která nemají své mistry výroby, zastává tuto funkci vedoucí střediska.

5.3 Tržby jednotlivých středisek

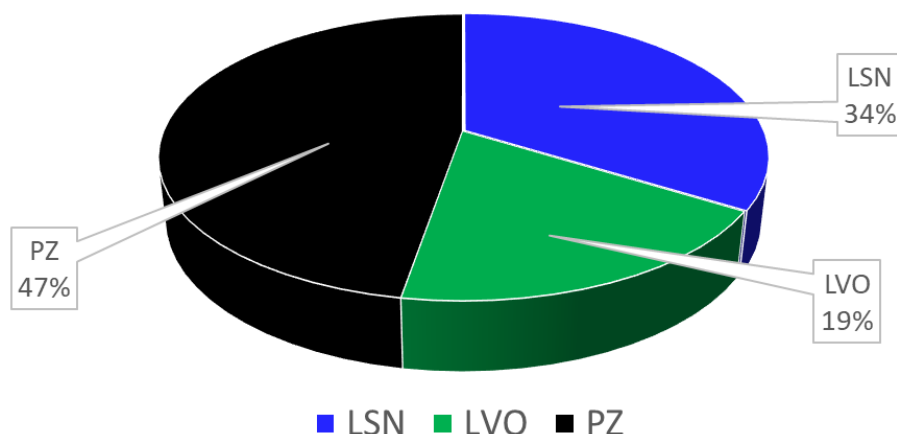
Ve společnosti se nachází celkem 3 střediska, která se podílejí na celkových tržbách firmy KALINA industries s.r.o. Následující tabulka 1 zobrazuje součet tržeb pro jednotlivá střediska za rok 2024.

Tabulka 1 Tržby středisek za rok 2024

Středisko	Tržby v roce 2024
LSN	48 331 800 Kč
LVO	27 030 200 Kč
PZ	67 645 050 Kč
Celkem	143 007 050 Kč

(zdroj: vlastní zpracování dle interních materiálů společnosti)

Z tabulky 1 vyplývá, že celkové tržby společnosti za rok 2024 činily lehce přes 143 milionů Kč. Středisko s největšími tržbami bylo PZ, a to s částkou přesahující 67 milionů korun. Na druhém místě je středisko LSN, které vygenerovalo tržby přesahující částku 48 milionů Kč. Střediskem s nejmenšími tržbami je středisko LVO, které vygenerovalo částku okolo 27 milionů Kč. Pro zobrazení, které středisko má největší podíl na tržbách, slouží následující obrázek 5.



Obrázek 5 Podíl středisek na celkových tržbách

(zdroj: vlastní zpracování dle interních materiálů společnosti)

Na obrázku 5 lze spatřit výsečový graf, který ukazuje, že středisko PZ se podílelo se svými 47 % na téměř polovině všech vygenerovaných tržeb. Druhým největším střediskem je středisko LSN, které se podílelo 34 % ze všech tržeb. Naopak nejméně tržeb vygenerovalo středisko LVO, a to pouze 19 %. V následujících letech proběhne změna layoutu postupně u všech středisek. Po diskusi s nejužším vedením společnosti bylo pro změnu layoutu vybráno přednostně středisko PZ, protože vygenerovalo největší množství tržeb a vedení u něj shledává největší potenciál pro zlepšení.

6 POPIS VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ

Středisko PZ je pracoviště, na kterém se nacházejí 2 typy strojů a zároveň se zde u některých výrobků provádí tzv. dokončovací operace. Dále se tu nachází zakázková výroba, která zpracovává zakázky, které jsou kusovou výrobou a vyžadují ruční práci na požadovaných dílech. Na pracovišti PZ jsou zpracovávány především měkké materiály. Například se jedná o pryžové, plastové, pěnové a bezazbestové vláknité materiály. Celé pracoviště obsahuje 10 strojů a pracuje na něm 9 zaměstnanců. Pracuje se pouze na jednu směnu, kdy jedna směna trvá 8,5 hodiny a z toho je 30 minut zákonná přestávka. Pracovníci jsou rozděleni ke strojům a druhu práce následujícím způsobem.

- Vysekávací stroje – 2 zaměstnanci
- CNC řezací plotry – 4 zaměstnanci
- Dokončovací operace – 1 zaměstnanec
- Zakázková výroba – 2 zaměstnanci

6.1 Vysekávací stroje

Prvním typem strojů, které se na pracovišti nachází, jsou vysekávací stroje. Společnost má celkem 2 vysekávací poloautomaty, které jsou vhodné pro velkosériovou výrobu. Používají se především pro zakázky, které mají objem i několik tisícovek kusů, tvar dílů je jednoduchého charakteru a rozměry jsou menších velikostí. Dalšími vysekávacími stroji jsou 3 malé ručně ovládané vysekávací stroje, které se používají rovněž pro sériovou výrobu dílů podobného charakteru jako u poloautomatů. Avšak nepoužívají se pro několikatisícové série, ale pro zakázky s objemem několik stovek kusů. Poloautomatické a malé ručně ovládané vysekávací stroje lze spatřit na následujícím obrázku 6.



Obrázek 6 Poloautomatické a ručně ovládané vysekávací stroje

(zdroj: interní materiály společnosti)

Vlevo na obrázku 6 lze spatřit poloautomatické vysekávací stroje a vpravo malé ručně ovládané vysekávací stroje. Pracovním nástrojem u obou typů vysekávacích strojů je vysekávací nůž, který má přesně stejný tvar jako vyráběný dílec. Úderem nože na tabuli nebo rozvinutou roli materiálu dochází k oddělení vyseknutého dílce od materiálu.

6.2 CNC řezací plotry

Další skupinou strojů jsou CNC řezací plotry, celkem se jich na pracovišti nachází pět. Plotry jsou využívány k výrobě tvarově složitějších dílů a díly se vyrábějí převážně sériově, ale někdy i kusově.



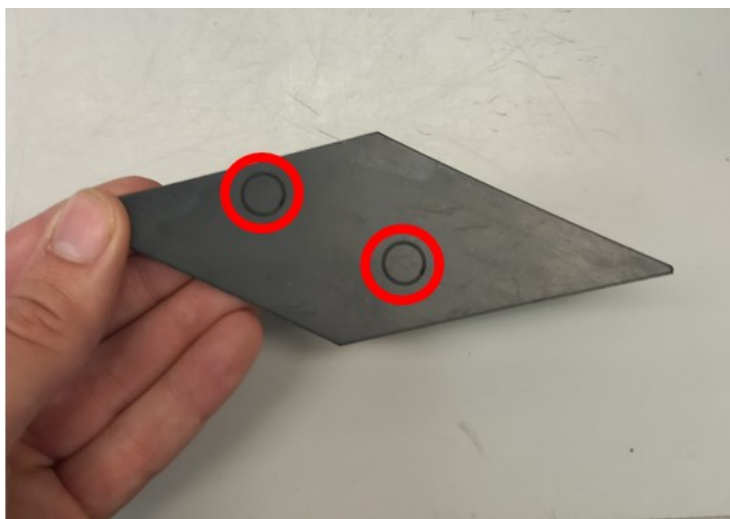
Obrázek 7 CNC řezací plotry

(zdroj: interní materiály společnosti)

Na obrázku 7 lze spatřit CNC řezací plotry. Tři plotry jsou velké a dva malé. Větší plotr disponuje větší pracovní plochou, a tím se nabízí možnost vyřezat více dílců na jedno spuštění stroje než u menších plotrů. Pracovním nástrojem je řezací nůž, který souřadnicově vyřezává dílce z materiálu umístěného na pracovní ploše řezacího plotru. Plotr je připojen k vzduchové vývěvě, která zajišťuje přisátí obráběného materiálu na pracovní plochu, a tím se zajistí pevné upnutí materiálu. Další součástí plotru je promítací zařízení, které zajišťuje průmět rozložení vyřezávaných dílů přímo na materiál, který je umístěný na pracovní ploše stroje. Obsluha tak dokáže přesně nastavit, kde budou okraje vyřezávaných dílů na materiálu a díky tomu lze efektivně využívat celou plochu materiálu.

6.3 Dokončovací operace

Společným rysem plotrů a vysekávacích strojů je nutnost ručně odstranit drobné části materiálu, který je odpadem a musí být odstraněn, aby byl výrobek v požadovaném tvaru a rozměru zákazníka. Typicky se například jedná o kus materiálu, který blokuje vyřezaný otvor díry tak, jak je možné spatřit na obrázku 8.



Obrázek 8 Díl s odpadovým materiálem

(zdroj: vlastní)

Na obrázku 8 jsou červeně znázorněny otvory, ve kterých se nachází materiál, který musí být ručně vyloupnut, aby vznikl požadovaný otvor. Pro tento účel slouží dokončovací operace, pro které je určen pracovník, který je provádí. Tato pracovní činnost je čistě ruční prací. Kromě vylupování odpadového materiálu se také některé díly musí lisovat malým ručním lisem. Některé dílce z určitých materiálů se po vyřezání na plotru zkroutí a pro získání plochého tvaru se musí díl slisovat. Kusy se balí do krabicových nebo igelitových obalů.

6.4 Zakázková výroba

S manuální prací souvisí i poslední typ práce vykonávané na tomto pracovišti. Tím je zakázková výroba, která ručně vyrábí především speciální typy automobilových těsnění. Většinou se jedná o zakázky s malým počtem požadovaných kusů. Například se jedná o těsnění hlavy bloku motoru, u kterého je otvor pro válec motoru osazen ocelovým lemem. K výrobě těchto těsnění jsou často využívány řezací plotry, na kterých je vyřezán polotovár, který je pak ručně osazen ocelovým lemem.

7 SOUČASNÝ LAYOUT VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ

V této kapitole autor přibližuje současný layout vybraného pracoviště, kterým je středisko PZ. Pracoviště je momentálně rozloženo na ploše o rozloze 495 m². Tato hodnota je celková plocha, ve které jsou započítány všechny objekty, komunikace a manipulační prostory, které se na pracovišti nachází. Layout pracoviště je ohraničen dvěma způsoby. Hranici layoutu tvoří zeď nebo hranice komunikace s dalším pracovištěm. Zdi jsou v layoutu znázorněny modře a komunikace červeně. Celkový layout pracoviště je formován do tvaru L. Graficky zpracovaný layout lze spatřit v příloze *P II: SOUČASNÝ LAYOUT VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ*.

7.1 Popis současného layoutu pracoviště PZ

Legenda a vysvětlivky k layoutu jsou následující. Stroje, které se nacházejí na pracovišti jsou označeny číselně od 1 až 10.

1. **Velký plotr** – využíváný pro zpracování pryžových materiálů
2. **Velký plotr** – využíváný pro zpracování těsnících papírů
3. **Velký plotr** – využíváný pro zpracování plechových a grafitových materiálů
4. **Malý plotr** – využíváný pro výrobu polotovarů pro zakázkovou výrobu
5. **Malý plotr** – využíváný pro zpracování pryžových materiálů
6. **Vysekávací poloautomat Atom** – technologie vysekávání
7. **Vysekávací poloautomat Chiesa** – technologie vysekávání
8. **Manuální vysekávací stroj**
9. **Manuální vysekávací stroj**
10. **Manuální vysekávací stroj**

Dále se na pracovišti PZ nacházejí pracovní stoly, na kterých probíhají dokončovací operace anebo jsou tyto objekty využity pro zakázkovou výrobu. Pro rozlišení jsou tyto objekty označeny písmeny.

D – Stoly pro dokončovací operace

Z – Stoly pro zakázkovou výrobu

Na stolech se samozřejmě nacházejí různé nástroje, které daná operace využívá. U zakázkové výroby se jedná například o lisy, které slouží k nalisování těsnicích kroužků do otvoru v těsnění hlavy pro válec motoru. U dokončovacích operací se jedná například o ruční lis k rovnání plochy vyrobeného dílce.

Dále se na pracovišti nacházejí regály, ve kterých je umístěný materiál určený ke zpracování. Celkem se v prostoru pracoviště nachází 7 samostatně stojících regálů, jejich označení je klíčové pro zpracovanou XYZ analýzu v kapitole 8.4. Z těchto regálů je navážen materiál na stroje a pokud po provedené výrobě materiál zbude, je vrácen zpět do své lokace. Na pracovišti se nachází regály s následujícím označením.

- M-H – 2 regály
- M-I – 2 regály
- M-J – 1 regál
- M-K – 2 regály

U stanoviště dokončovacích operací se nachází regál, kam jsou umístěvány hotové výrobky. Odtud si výrobky berou pracovníci expedice, kteří hotové kusy balí a posílají zákazníkům. Toto pracoviště se již nachází mimo layout vybraného pracoviště. Je patrné, že všechny regály jsou přístupné pouze z jedné strany, protože jsou umístěny ke zdi.

Regál ve tvaru T u zakázkové výroby slouží ke skladování náhradních nástrojů a také náhradních dílů pro stroje. U manuálních vysekávacích strojů jsou umístěny stoly, na kterých jsou připravovány nástroje pro vysekávací poloautomaty a také je tam umístěn regál, ve kterém jsou nástroje umístěny.

Zelené obdélníky u strojů značí manipulační prostor. Tento prostor je nezbytný k provádění obsluhy stroje. Tento prostor nesmí být blokován, aby se pracovník mohl ke stroji dostat. U počítačově řízených strojů se v rohu manipulačního prostoru nachází panel ovládání, přes který je stroj ovládán. Dále v manipulačním prostoru pracovník umísťuje na stroj materiál, ze kterého má vyrobit požadovaný počet dílů.

7.2 Směry zásobování strojů materiálem v současném layoutu

Každý stroj umístěný na pracovišti potřebuje materiál pro výrobu. Materiály jsou dopravovány na pracoviště manuálně pracovníkem, který na stroji pracuje. Existují dva způsoby, jak jsou materiály ve společnosti skladovány. Jedná se o skladování v rolích nebo

Vysekávací poloautomaty 6 a 7 mají směr zásobování daný konstrukčním řešením stroje. Na těchto strojích se většinou zpracovávají role materiálu. Tyto celé role lze umístit na odvíjecí zařízení, které se právě nachází na straně, kam směřují zelené šipky. Poloautomaty si odvíjejí potřebné množství materiálu z role a po skončení výroby může být celá role uchopena a vrácena do regálu. Díky tomu, že se oba manuální vysekávací stroje 8 a 9 nacházejí totožně vedle sebe, mohou být zásobovány z obou znázorněných směrů. Do stroje 10 se materiál vkládá jedním směrem, protože vstup ke stroji je příznivě natočen ke komunikaci.

Všechny zmíněné směry zásobování jsou důležité kvůli délce materiálových toků. Směr zásobování stroje udává jasná pravidla pro délku materiálového toku při zásobování stroje, protože materiál nelze dopravovat na stroj jiným směrem, než autor zmínil.

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ

V této kapitole autor analyzuje současný stav vybraného pracoviště. Účelem analýzy současného stavu je poukázat na problémy, které se vyskytují na pracovišti při současném stavu. Zjištěné skutečnosti povedou k návrhům nového layoutu, které tyto problémy odstraní. Pro pochopení, jak pracovištěm protéká zakázka, byl nejprve zpracován vývojový diagram toku zakázky pracovištěm. Následně se v kapitole nachází snímky pracovního dne. Snímky byly pořízeny pro všechny tři hlavní typy činností vykonávaných na pracovišti. Následně byl nejdelší prostoje podroben samostatným náměrům. Pro zanalyzování pohybů materiálů byla vytvořena XYZ analýza a Sankey diagramy. Na konci kapitoly byly vyčísleny náklady vzniklé z důvodu prostoje způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiálem při zásobování strojů.

8.1 Tok zakázky pracovištěm

Autor v kapitole 6 Popis vybraného pracoviště zmiňuje, že na pracovišti se nachází celkem dva typy strojů a zároveň se zde provádí dokončovací operace a zakázková výroba. Dále autor v kapitole 5.1 Portfolio vyráběných produktů tvrdí, že o tom, jak a na kterém stroji se bude vyrábět, rozhoduje především požadovaný počet kusů dílů v dané zakázce. Rozhodnutí, jak a na čem se bude vyrábět, musí někdo udělat a tou osobou, která rozhodnutí provádí, je technolog. Pro lepší představu postupu zakázky vybraným pracovištěm byl vytvořen vývojový diagram a je možné ho spatřit v příloze *P III: VÝVOJOVÝ DIAGRAM TOKU VÝROBNÍ ZAKÁZKY*

Na první pohled je vidět, že zmíněné typy strojů a druhy práce se dělí do tří hlavních kategorií. Po přijetí a potvrzení zakázky a následné tvorbě technologických postupů dochází ke zmíněnému rozhodnutí, jakým způsobem se bude zakázka vyrábět. Tři hlavní skupiny výrobních technologií jsou seřazeny podle pravděpodobné velikosti vyráběné série. Nejmenší objemy v zakázkách má bezesporu zakázková výroba. Po zaplánování zakázky do výroby musí být nejprve vyřezány polotovary na plotru. K tomuto účelu slouží malý plotr označený v layoutu v příloze *P II: SOUČASNÝ LAYOUT VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ* číslem 4. Po vyřezání jsou polotovary zpracovány na některém z příslušných stolů označených v layoutu písmenem Z. Použití konkrétního objektu označeného písmenem Z záleží na typu vyráběného dílce. Vždy se ale jedná o ruční práci, kterou musí operátor vykonat, aby vytvořil požadovaný díl. Po dokončení ručních prací je díl přesunut do regálu s hotovými výrobky a tím výrobní proces na tomto pracovišti končí.

Řezací plotry a vysekávací stroje mají zcela stejný průběh toku zpracování zakázky. Liší se velikostí zpracovaných zakázek. Oba typy strojů zpracovávají sériovou výrobu, ale vysekávací stroje vyrábějí díly ve větších sériích oproti plotrům. Také se liší tvarem vyráběných dílů. Na vysekávacích strojích je vhodné vyrábět díly s jednoduchým tvarem. Na plotrech je zase výhodnější vyrábět díly se složitějším tvarem. Před zaplánováním do výroby je nutné vytvořit program pro stroj, na kterém se bude zakázka vyrábět. Tuto činnost provádí programátor. Poté může být plánovačem zakázka zaplánována na konkrétní den a do pořadí zpracování zakázek, které se mají ten den zpracovat. Jakmile přijde zakázka na řadu, je provedena výroba na stroji. Poté dochází k rozhodnutí, jestli je třeba provést dokončovací operace. To záleží na typu materiálu a složitosti dílu. Díly tedy musí být přeneseny na stanoviště dokončovacích operací. Zde tyto operace provede pracovník určený pro dokončovací operace. Objekty patřící k tomuto stanovišti jsou označeny v příloze *P II: SOUČASNÝ LAYOUT VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ* písmenem D. Po provedení dokončovacích operací jsou díly hotové a jsou přeneseny do regálu s hotovými výrobky. Pokud není potřeba provést dokončovací operaci, jsou díly rovnou přeneseny do tohoto regálu operátorem stroje.

Podle dat z ERP systému bylo za rok na pracovišti PZ zpracováno celkem 19 454 zakázek. Každá zakázka má jiný objem, liší se průběžná doba výroby i spotřeba materiálu. Zkoumaným faktorem je procentuální rozdělení mezi tři skupiny možného způsobu výroby. Vysekávací stroje mají delší série než plotry, a proto zpracovaly méně zakázek než plotry. Následující tabulka 2 zobrazuje počet příkazů pro jednotlivé druhy práce za rok 2024.

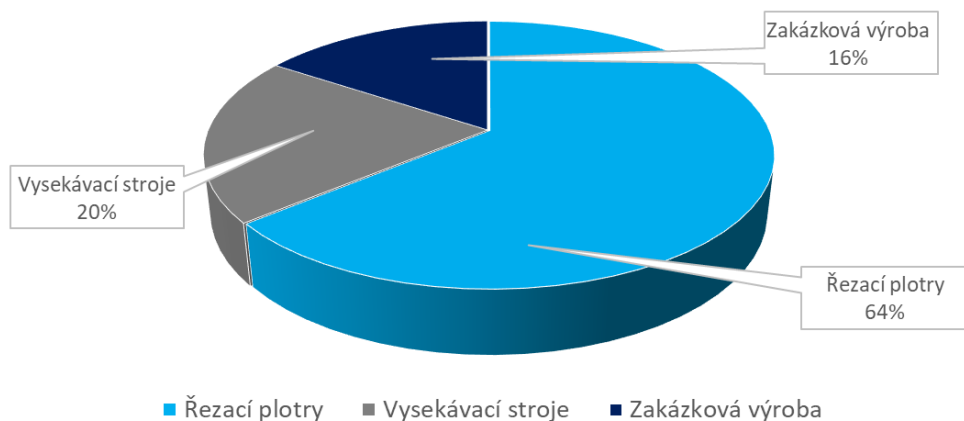
Tabulka 2 Počet zpracovaných zakázek za rok 2024

Druh práce	Počet zakázek v roce 2024
Řezací plotry	12451
Vysekávací stroje	3945
Zakázková výroba	3058
Celkem	19454

(zdroj: vlastní)

Na plotrech zároveň pracuje nejvíce zaměstnanců, proto je logické, že za rok 2024 zpracovaly nejvíce zakázek a to celkem 12 451 zakázek, jak je možné vidět v tabulce 2. Zakázková výroba zpracovala 3 058 zakázek a vysekávací stroje 3 945 zakázek. Je logické, že v tabulce absentují dokončovací operace. Ty jsou pouhou doplňující prací pro řezací plotry a vysekávací stroje. Podílejí se na zakázkách těchto strojů a nemají samostatné

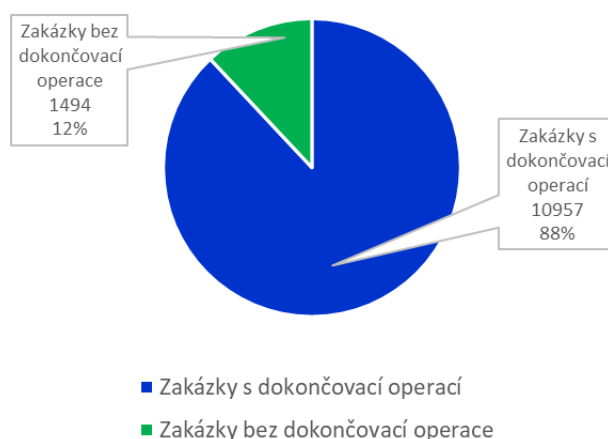
zakázky, které by zpracovávaly, proto nejsou započítány. Procentuální rozdělení zakázek mezi druhy práce zobrazuje následující obrázek 10.



Obrázek 10 Podíl na zpracování zakázek na pracovišti PZ v roce 2024

(zdroj: vlastní)

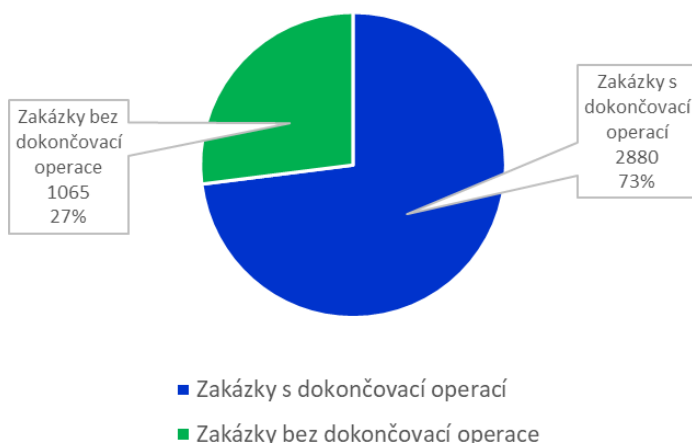
Obrázek 10 vychází z předchozí tabulky 2 a zobrazuje výšečový graf procentuálního rozdělení zpracování zakázek mezi jednotlivé druhy práce na pracovišti PZ za rok 2024. Největší podíl na zpracovaných zakázkách mají řezací plotry, a to celkem 64 %. Vysekávací stroje 20 % a zakázková výroba 16 %. Podíly těchto dvou operací nemají mezi sebou propastný rozdíl, ale od plotrů mají významný rozdíl. Důvodem těchto výpočtů je zjistit, u kolika zakázek bylo potřeba provést dokončovací operace. Jak vyplývá z vývojového diagramu v příloze P III: *VÝVOJOVÝ DIAGRAM TOKU VÝROBNÍ ZAKÁZKY*, u plotrů a vysekávacích strojů jsou dvě možnosti průběhu výrobního procesu. První varianta je s dokončovací operací a druhá varianta dokončovací operaci neobsahuje. Dokončovací operace prodlužují průběžnou dobu výroby. Proto je podstatné zjistit, u kolika zakázek byly dokončovací operace potřeba. Následující obrázek 11 zobrazuje u kolika zakázek provedených na řezacích plotrech byla potřeba dokončovací operace.



Obrázek 11 Podíl zakázek s dokončovací operací za rok 2024 – řezací plotry

(zdroj: vlastní)

Předchozí obrázek 11 zobrazuje výšečový graf s podílem dokončovacích operací na všech zakázkách za rok 2024 u řezacích plotrů. Data jsou získána pomocí vyfiltrování výrobních příkazů v ERP systému společnosti. Celkem bylo na plotrech za rok 2024 realizováno 12 451 zakázek a z toho 88 % muselo projít přes stanoviště dokončovacích operací. Dále je potřeba prověřit stejnou metodikou i vysekávací stroje. Následující obrázek 12 zobrazuje podíl zakázek, u kterých bylo potřeba provést dokončovací operace po výrobě na vysekávacích strojích.



Obrázek 12 Podíl zakázek s dokončovací operací za rok 2024– vysekávací stroje

(zdroj: vlastní)

Na obrázku 12 je možné spatřit, že podíl zakázek, které vyžadovaly dokončovací operace, je menší než u plotrů. Celkem 2 880 zakázek vyžadovalo dokončovací operace, což

je 73 % ze všech zakázek. U plotrů i vysekávacích strojů lze konstatovat, že dokončovací operace jsou prováděny u většiny realizovaných zakázek.

8.2 Snímky pracovního dne a spaghetti diagramy

Pro jasnější pochopení průběhu výrobního procesu na pracovišti PZ byly pořízeny snímky pracovního dne, které mapují činnosti vybraných operátorů. Cílem této podkapitoly je poukázat na rozdíly ve výrobním procesu u třech kategorií druhů práce vykonávaných na pracovišti PZ. Konkrétní stroje pro snímkování byly vybrány podle počtu naplánovaných zakázek na den, při kterém proběhlo snímkování. Zvoleny byly stroje s největším počtem naplánovaných zakázek. Zároveň mají snímky poukázat na činnosti, které nepřidávají žádnou hodnotu a dochází při nich k časovým ztrátám. Pro vizualizaci pohybu pracovníka pracovištěm je na každý snímek napojen spaghetti diagram, který zajišťuje přesný obrázek o pohybu pracovníka. Dále jsou u snímků vysekávacího poloautomatu a řezacího plotru vytvořeny grafy, které znázorňují celkovou vytíženost stroje během směny, protože u těchto dvou strojů tvoří hlavní část práce samotná strojní výroba. Naopak u ruční – zakázkové výroby převládá ruční práce, a proto nebyl tento graf zpracován, protože plotr číslo 4 slouží pouze k vyřezání polotovarů a sledování jeho vytíženosti není relevantní.

8.2.1 Vysekávací poloautomaty

První snímek pracovního dne byl pořízen u operátora vysekávacích strojů. Na těchto strojích pracují běžně 2 operátoři a oba vykonávají totožné úkoly, nicméně každý na jiném stroji. Proto byl pořízen snímek pracovního dne pouze jednoho operátora z tohoto úseku pracoviště. Ve většině případů jsou pro práci využívány vysekávací poloautomaty a manuální vysekávací stroje pouze sporadicky.

Začátek každé zahájené zakázky probíhá totožně. Nejprve je nutné zajistit materiál, ze kterého se budou díly vyrábět. Následně je materiál umístěn na pracovní plochu stroje a ten je dále zpracováván při výrobě. Před zahájením výroby je nutné umístit do stroje správný nástroj. Ty jsou umístěny v bedně a regálu. Tyto objekty je možné vidět v příloze *P II: SOUČASNÝ LAYOUT VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ*, pojmenované jako nástroje k sekačkám a nástroje Atom, Chiesa. Nástrojem je sekací nůž a ten musí být na pracovním stole umístěn do sekací formy a až poté namontován přímo do stroje. Po nastavení správných parametrů může započít výroba. Z předchozí kapitoly 8.1 Tok zakázky pracovištěm je patrné, že většina zakázek vyžaduje dokončovací operaci a je nutné zjistit, jak tento úkon

probíhá při tomto výrobním procesu. Snímkování proběhlo u operátora, který ten den pracoval na vysekávacím poloautomatu označeném v layoutu číslem 7. Tabulka 3 zobrazuje součet časů jednotlivých činností, které operátor vykonal na směně dne 30.10.2024. Je důležité připomenout, že práce na pracovišti probíhá v jednosměnném provozu. Směna začíná 6:30 ráno a končí v 15:00. Operátor pracuje 8 hodin a 30 minut má zákonnou přestávku.

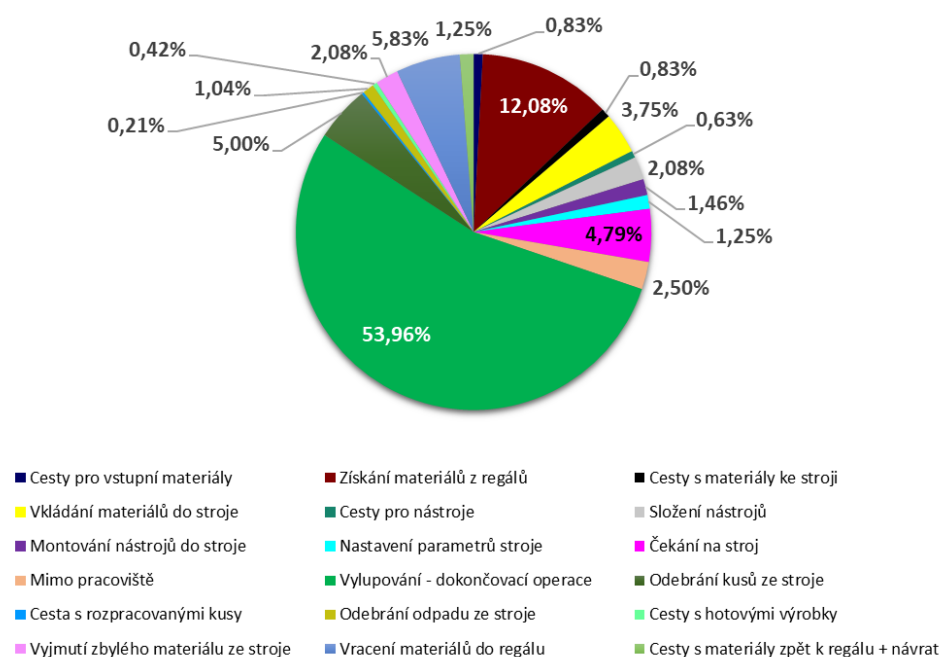
Tabulka 3 Součet trvání činností operátora vysekávacího poloautomatu za 8hodinovou směnu, 30.10.2024

Datum: 30.10.2024		
Název činnosti	Čas trvání	Stav stroje
Cesty pro vstupní materiály	0:04:00	Nečinný
Získání materiálů z regálů	0:58:00	Nečinný
Cesty s materiály ke stroji	0:04:00	Nečinný
Vkládání materiálů do stroje	0:18:00	Nečinný
Cesty pro nástroje	0:03:00	Nečinný
Složení nástrojů	0:10:00	Nečinný
Montování nástrojů do stroje	0:07:00	Nečinný
Nastavení parametrů stroje	0:06:00	Nečinný
Čekání na stroj	0:23:00	V provozu
Mimo pracoviště	0:12:00	V provozu
Vylupování - dokončovací operace	4:19:00	V provozu
Odebrání kusů ze stroje	0:24:00	Nečinný
Cesta s rozpracovanými kusy	0:01:00	Nečinný
Odebrání odpadu ze stroje	0:05:00	Nečinný
Cesty s hotovými výrobky	0:02:00	V provozu
Vyjmutí zbylého materiálu ze stroje	0:10:00	Nečinný
Vracení materiálů do regálu	0:28:00	Nečinný
Cesty s materiály zpět k regálu + návrat	0:06:00	Nečinný
Celkový čas	8:00:00	

(zdroj: vlastní)

V tabulce 3 lze spatřit všechny činnosti, které operátor za směnu vykonal. Celkem bylo na stroji zpracováno 9 zakázek. Z tabulky 3 plyne, že k zajištění výroby je třeba vykonávat 18 činností. Největší porci času strávil operátor prováděním dokončovacích operací na výrobcích, které vyrobil vysekávací poloautomat, který obsluhoval. Během této doby byl stroj spuštěný a probíhala na něm výroba další zakázky. Druhou činností, která zabrala nejvíce času ze směny, je získávání materiálů z regálů. Tato činnost nastává, když operátor dorazí od stroje k regálu, ze kterého má vzít materiál. Z tohoto materiálu bude vyrábět další zakázku. Zde nastává problém, operátor sice dorazil k regálu, ale potřebuje vzít správný materiál. Materiál je uložen na lokaci, kterou si operátor zjistil z průvodky, kterou má

položenou na pracovišti od plánovače výroby. Na jedné lokaci se pravidelně nachází stejné materiály s různou šarží. Ta rozlišuje stáří materiálů. Společnost se snaží dodržovat systém FIFO ve spotřebě materiálu. Proto je úkolem operátora v lokaci nalézt materiál s nejstarší šarží. Toto trvá určitý čas, v tomto konkrétním případě celkem 58 minut. Zároveň je tento čas ztrátový, protože operátor materiál hledá až po ukončení předchozí zakázky, když připravuje začátek nové zakázky. Stroj tedy v tomto čase stojí a nevyrábí. Po skončení výroby je opět nutné materiál ze stroje vzít a dopravit do regálu, kde byl uložen. Vracení materiálu trvá menší dobu, protože operátor už nehledá šarží materiálu a zároveň si pamatuje obsah lokace. Trvá mu tak méně času uvědomit si, kam materiál na lokaci uložit. Tato činnost opět probíhá při zastaveném stroji. Tyto činnosti jsou plýtvání, protože nepřidávají žádnou hodnotu. Podíly všech činností, které operátor během směny prováděl, zobrazuje následující obrázek 13.



Obrázek 13 Podíl trvání jednotlivých činností operátora vysekávacího poloautomatu č.7 za směnu

(zdroj: vlastní)

Obrázek 13 je výšečový graf, který obsahuje podíl 18 činností na celkovém čase ze směny, které operátor vykonal během směny. Z grafu je patrná informace, že více než polovinu času ze směny operátor prováděl dokončovací operace. Po vyseknutí dílu na stroji je nutné vyloupnout odpadový materiál, jež blokuje díru, která má být v dílu průchozí. Přesně tuto činnost operátor prováděl. Dalšími významnými činnostmi z hlediska layoutu jsou

různé cesty, které operátor musel urazit s materiálem, nástrojem nebo výrobkem. Pro představu, jak trasy po pracovišti vedly, byl zároveň se snímkem pracovního dne zpracován spaghetti diagram.



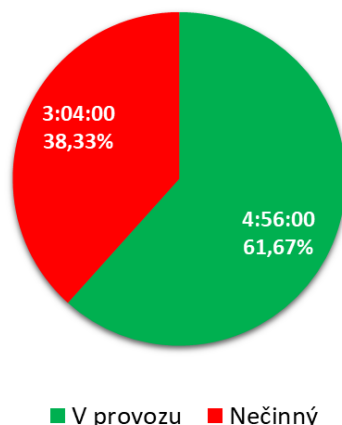
Obrázek 14 Spaghetti diagram – operátor vysekávacího poloautomatu za 8hodinovou směnu

(zdroj: vlastní)

Ze spaghetti diagramu, který je vytvořen na obrázku 14, vyplývá, že operátor urazil celkem 5 druhů cest. Nejzanedbatelnější cestou je trasa s rozpracovaným výrobkem. Cesta souvisí s odebráním kusů, které vypadnou ze stroje. Operátor kusy vybral ze zásobníku a položil na stůl, kde na nich pak provedl dokončovací operaci. Před každým zahájením výroby si operátor dováží materiál, ze kterého bude vyrábět. Tyto trasy jsou označeny modře. Materiály, které jsou zpracovávány jsou těžké, a proto jsou dováženy pomocí vysokozdvizného vozíku. Materiál je operátorem vychystáván až po dokončení předchozí zakázky. Proto když operátor obstarává materiál, tak stroj stojí a nevyrábí. Nicméně před dovezením nového materiálu je nutné odvézt z pracoviště materiál z předešlé výroby a tyto trasy jsou na obrázku 14 označeny černě. I při těchto pohybech stroj stojí. Po nachystání materiálu je nutné pro stroj připravit nástroj. Bez nástroje nemůže proběhnout výroba. Operátor se vydává z místa pro vložení materiálu do stroje k regálu, kde vezme sekací nůž a pokládá jej na pracovní stůl, následně se vydává pro sekací formu a opět se vrací ke stolu, kde nástroj smontuje dohromady. Následně nese nástroj ke stroji, kde jej vymění za nástroj z předchozí zakázky. Tyto trasy jsou znázorněny hnědou barvou, a i při nich stroj stojí. Nástroj z předchozí zakázky operátor nedemontuje, protože si ho vyzvedne pracovník

nástrojárny, kde se nástroj rozmontuje, zkontroluje a případně repasuje. Cesta s hotovými výrobky je jediná trasa, která je vykonávána v době, kdy je stroj v provozu. Jakmile operátor dokončí dokončovací operace, odnáší hotový výrobek do regálu, který je určený pro hotové výrobky.

Snímek posloužil roztrždit druhy tras, které jsou nezbytné pro zajištění fungování výrobního procesu. Avšak z hlediska snímku pracovního dne není relevantní délka nachozené dráhy, ale čas, který operátor na trasách strávil. Směna je příliš krátkým obdobím na posouzení délky uražených metrů. Tato problematika je řešena v kapitole 8.4 Sankey diagramy. Cílem pořízeného snímku bylo odhalit činnosti, při kterých stroj nevyrábí a dochází tak k prostojům. Pod tyto činnosti spadají mimo jiné i zmíněné trasy. V tabulce 3 ve sloupci Stav stroje se ke každé činnosti nachází informace o stavu stroje vzhledem k prováděné činnosti. Následující obrázek 15 sumarizuje tyto činnosti do dvou celků a poskytuje pohled na vytížení stroje za směnu.



Obrázek 15 Celkový stav vysekávacího poloautomatu č.7 za směnu

(zdroj: vlastní)

Z výšečového grafu na obrázku 15 plyne, že stroj byl v provozu lehce přes 61 % celkového času ze směny. Doba, při které stroj nebyl v provozu pak činila 3 hodiny a 45 minut, což bylo přes 38 % času ze směny. Tento čas je pro společnost ztrátový, protože během této doby stroj stál a nepracoval tak na žádných zakázkách.

8.2.2 Řezací plotry

Na pracovišti se nachází celkem 5 řezacích plotrů. Jeden z plotrů je určen pro zakázkovou výrobu a neobsluhuje jej žádný z operátorů určených pro řezací plotry. Tento plotr si

obsluhují pracovníci zakázkové výroby. Každý ze zbylých čtyř plotrů má svého operátora, který stroj obsluhuje. Pro pořízení snímku pracovního dne byl vybrán plotr č.2. Průběh práce by měl být na všech plotrech velmi podobný jako u vysekávacích strojů. Operátor musí dopravit na pracoviště materiál, ze kterého bude vyrábět, ale jeho získání z regálu je časově náročnou činností. Následující tabulka 4 tento fakt potvrzuje.

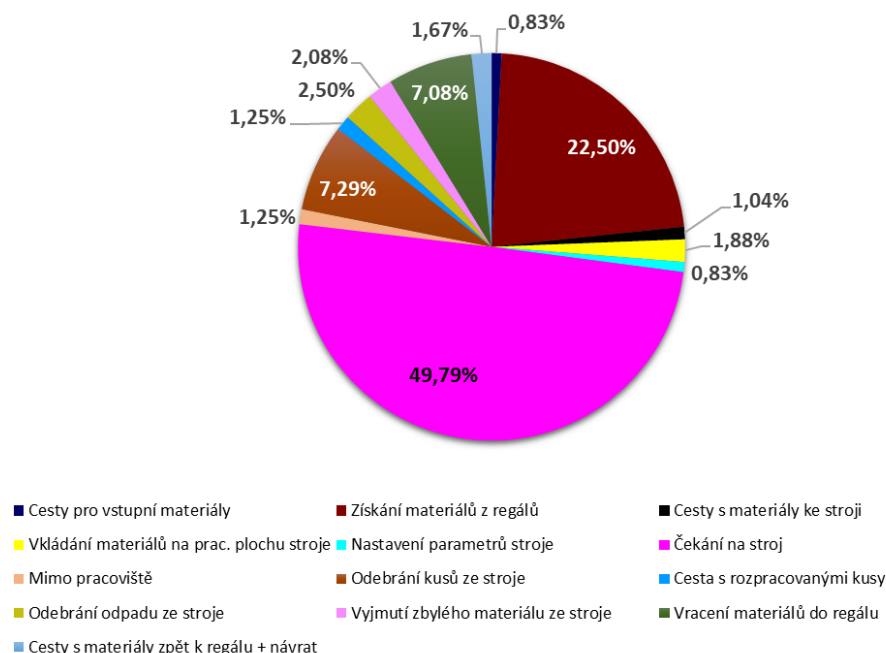
Tabulka 4 Součet trvání činností operátora řezacího plotru za 8hodinovou směnu, 31.10.2024

Datum: 31.10.2024		
Název činnosti	Čas trvání	Stav stroje
Cesty pro vstupní materiály	0:04:00	Nečinný
Získání materiálů z regálů	1:48:00	Nečinný
Cesty s materiály ke stroji	0:05:00	Nečinný
Vkládání materiálů na prac. plochu stroje	0:09:00	Nečinný
Nastavení parametrů stroje	0:04:00	Nečinný
Čekání na stroj	3:59:00	V provozu
Mimo pracoviště	0:06:00	V provozu
Odebrání kusů ze stroje	0:35:00	Nečinný
Cesta s rozpracovanými kusy	0:06:00	Nečinný
Odebrání odpadu ze stroje	0:12:00	Nečinný
Vyjmutí zbylého materiálu ze stroje	0:10:00	Nečinný
Vracení materiálů do regálu	0:34:00	Nečinný
Cesty s materiály zpět k regálu + návrat	0:08:00	Nečinný
Celkový čas	8:00:00	

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 4 je na první pohled jasné, že při práci na plotru operátor vykonal méně činností než operátor vysekávacího stroje. Konkrétně vykonal 13 různých činností a bylo zpracováno celkem 17 zakázek. Důvod se skrývá v nástroji, kterým je u plotru řezací nůž. Ten nemusí být při zahájení nové zakázky vyměněn na rozdíl od vysekávacího nože u vysekávacích poloautomatů. Každý plotr je přizpůsoben pro řezání jiného druhu materiálu, proto nemusí být nástroj vyměňován. Velký rozdíl se dá spatřit v činnosti čekání na stroj. U plotru je tato činnost nejdelší ze všech činností, jelikož operátoři plotru neprovádějí dokončovací operace na výrobcích, které vyřezal plotr, ale provádí je pracovník dokončovacích operací. Tato činnost zabrala 3 hodiny a 59 minut. Toto je velký rozdíl v organizaci práce mezi plotry a vysekávacími stroji. Stroj je sice v provozu, ale pracovník nevykonává žádnou činnost, která by přinášela nějakou hodnotu. Pouze čeká na vyřezání dílů. Tento čas lze označit za plýtvání, protože pracovník pouze stojí a pozoruje stroj.

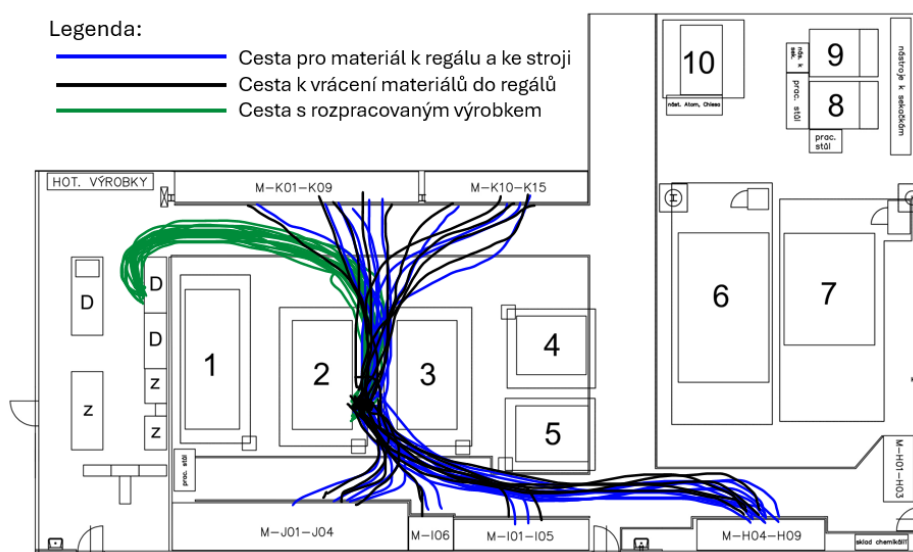
Následující obrázek 16 zobrazuje podíl jednotlivých činností z času směny, které operátor vykonal.



Obrázek 16 Podíl trvání jednotlivých činností operátora řezacího plotru č.2 za směnu

(zdroj: vlastní)

Z obrázku 16 vyplývá, že již zmíněná činnost získání materiálů z regálu je druhou nejdelší činností, kterou operátor vykonal. Celkem tato činnost trvala 1 hodinu a 48 minut. Důvody takto dlouhého času jsou stejné jako u získání materiálu z regálu pro vysekávací stroj. Díky menším objemům dílů v zakázkách je na plotrech denně zpracováno více zakázek než na vysekávacích strojích, takže s materiálem je manipulováno častěji. S tím souvisí i doba trvání pro ujití různých tras, které operátor musel urazit. Nárůst časů při jednotlivých trasách je logický, jelikož bylo zpracováno více zakázek než u vysekávacích strojů. Pro přehled tras je i s tímto snímkem propojen spaghetti diagram.

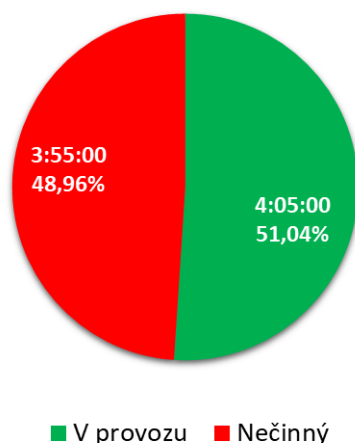


Obrázek 17 Spaghetti diagram – operátor řezacího plotru za 8hodinovou směnu

(zdroj: vlastní)

Obrázek 17 představuje spaghetti diagram operátora řezacího plotru č.2. Na první pohled je patrné, že druhů tras je méně než u operátora vysekávacího poloautomatu. Příčinou je již zmíněná absence vyměňování nástroje při změně výroby. Další trasou, která chybí, je cesta s hotovým výrobkem. Jelikož operátoři plotru neprovádějí žádné dokončovací operace, tak jsou výrobky přenášeny na stanoviště dokončovacích operací a tyto trasy jsou vyznačeny zeleně. Operátor si musí přinést materiál pro výrobu z regálu ke stroji. Tyto trasy jsou vyznačeny modře. Po přinesení materiálu je spuštěna výroba. Operátor během výroby čeká u stroje, než výroba skončí. Po dokončení výroby jsou vyřezané výrobky odneseny na stanoviště dokončovacích operací a materiál je odnesen zpět do regálu. Tyto trasy jsou vyznačeny černou barvou.

Změnou oproti vysekávacím strojům je, že zpracovávaný materiál má nižší hmotnost. Vysekávací stroje zpravidla zpracovávají celé role dodané dodavatelem. Tyto role mají vysokou hmotnost a nelze je nést bez vysokozdvížného vozíku. Po skončení výroby na vysekávacím stroji je zbylý materiál lehčí a lze jej odnést ručně. Právě tyto zbylé materiály se zpracovávají na plotrech. A díky nižší hmotnosti lze s nimi manipulovat ručně a není potřeba je převážet pomocí vysokozdvížného vozíku. Díky častější manipulaci s materiály lze předpokládat menší vytíženost plotru než vysekávacího poloautomatu.



Obrázek 18 Celkový stav řezacího plotru č.2 za směnu

Z obrázku 18 je patrné, že doba, kdy byl stroj v provozu, činí 4 hodiny a 5 minut, což je zhruba polovina času ze směny. Vytíženost plotru je tak o 51 minut menší než vytíženost vysekávacího poloautomatu. Příčinou je zvýšený počet manipulací s materiálem, protože plotry zpracují za směnu více zakázek než vysekávací stroje. Je důležité poukázat na to, že vytíženost obou strojů je nízká a zvýšení vytíženosti může vést ke zpracování většího množství zakázek, a tím by se snížily ztráty, které vznikají během manipulací s materiály a nečinnosti strojů.

8.2.3 Ruční – zakázková výroba

Posledním ze tří hlavních druhů práce na pracovišti PZ je ruční – zakázková výroba. Nejčastějšími výrobky zakázkové výroby jsou automobilová těsnění. Zpravidla se jedná o těsnění na veteránské typy automobilů. Tato těsnění často obsahují kovové výztužné kroužky, které je nutné ručně zalisovat na ručních lisech, které se nacházejí na stolech označených v příloze P II: *SOUČASNÝ LAYOUT VYBRANÉHO PRACOVISTĚ* písmenem Z. Tento prostor lze označit jako stanoviště zakázkové výroby. Dále se jedná o těsnění, která obsahují plechová lemování, které je opět nutné ručně zalisovat. Tato těsnění jsou objednávana ve velmi malém počtu. Jedná se o jednotky kusů dílů v objednávce.

Tento druh práce vykonávají 2 operátoři. Organizace práce zde probíhá odlišně od plotrů a vysekávacích strojů, kde každý operátor ovládá jeden stroj. Zakázková výroba má vysoký podíl ruční práce, která je časově náročná. Zároveň jsou díly vyráběny z polotovarů, které jsou vyřezány na plotru č.4, který je využíván pro zakázkovou výrobu. Jeden operátor tedy obsluhuje stroj a zároveň u toho ručně vyrábí. Úkolem druhého operátora je pouze ručně

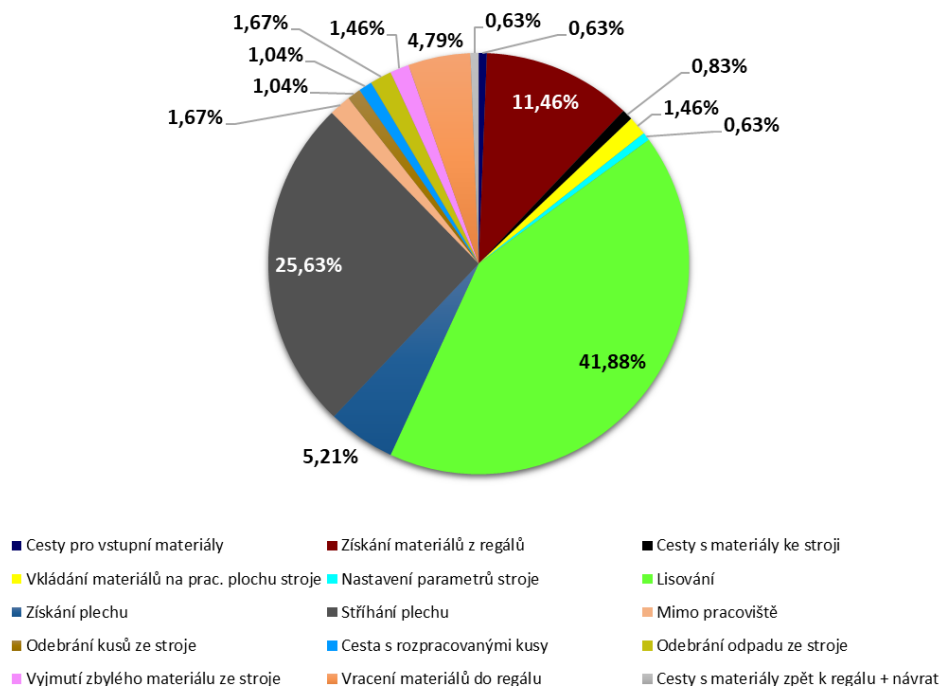
vyrábět. Pro snímek pracovního dne byl vybrán operátor, který obsluhuje stroj a zároveň pracuje. Z hlediska layoutu je tento operátor zajímavější, jelikož musí chodit ke stroji a má tak rozhodně více tras než operátor, který operuje pouze na stanovišti a ručně vyrábí. Následující tabulka 5 zobrazuje činnosti, které operátor vykonal.

Tabulka 5 Součet trvání činností operátora zakázkové výroby za 8hodinovou směnu, 1.11.2024

Datum: 1.11.2024	
Název činnosti	Čas trvání
Cesty pro vstupní materiály	0:03:00
Získání materiálů z regálů	0:55:00
Cesty s materiály ke stroji	0:04:00
Vkládání materiálů na prac. plochu stroje	0:07:00
Nastavení parametrů stroje	0:03:00
Lisování	3:21:00
Získání plechu	0:25:00
Stříhání plechu	2:03:00
Mimo pracoviště	0:08:00
Odebrání kusů ze stroje	0:05:00
Cesta s rozpracovanými kusy	0:05:00
Odebrání odpadu ze stroje	0:08:00
Vyjmутí zbylého materiálu ze stroje	0:07:00
Vracení materiálů do regálu	0:23:00
Cesty s materiály zpět k regálu + návrat	0:03:00
Celkový čas	8:00:00

(zdroj: vlastní)

V tabulce 5 je možné spatřit celkem 15 činností. Nejvíce času trvaly činnosti lisování a stříhání plechu. Tyto činnosti jsou vykonávány po spuštění plotru na stanovišti zakázkové výroby. Druhý operátor dělá celou směnu přesně tyto 2 činnosti a pomáhá tak prvnímu operátorovi. Celkem oba operátoři zpracovali společným úsilím 12 zakázek. V tabulce 5 chybí na rozdíl od předchozích dvou případů sloupec s informací, jestli je během činnosti stroj v provozu nebo je nečinný. To je zapříčiněno tím, že tato informace není u tohoto druhu práce podstatná. Jelikož vyřezání polotovaru trvá daleko méně času než jeho ruční úprava. Operátor postupně vyřezává polotovary, které budou potřeba pro zakázky, které jsou naplánované na daný den. Ale během vyřezávání již provádí ruční práce, aby využil čas, kdy plotr vyřezává díly. Když plotr dořeže, díly zůstávají na plotru do té doby, než jsou potřeba, takže operátor například lisuje a stroj již může být nečinný, protože dokončil výrobu. Proto není směřodatké sledovat stav provozu stroje. Následující obrázek 19 zobrazuje podíl jednotlivých činností operátora zakázkové výroby.



Obrázek 19 Podíl trvání jednotlivých činností operátora zakázkové výroby za směnu

(zdroj: vlastní)

Výšečový graf, který je možné vidět na obrázku 19, zobrazuje podíl trvání jednotlivých činností operátora zakázkové výroby. Nejvíce času tvoří činnosti lisování a stříhání plechu. Důležitým poznatkem je, že operátor po zapnutí stroje odchází zpět na stanoviště pro ruční zpracování zakázkové výroby. To je velký rozdíl v porovnání s plotry, u kterých operátoři nevykonávají žádnou práci a přenáší práci na pracovníka dokončovacích operací. Detailní přehled o uražených trasách během směny zobrazuje následující spaghetti diagram.



Obrázek 20 Spaghetti diagram – operátor zakázkové výroby za 8hodinovou směnu

(zdroj: vlastní)

Na obrázku 20 je zobrazen spaghetti diagram operátora zakázkové výroby. Na první pohled je zřejmé, že se liší pozice uskladněných materiálů, ze kterých jsou vyřezávány polotovary. Všechny se nacházejí na jednom místě v jednom regálu. Oproti předchozím spaghetti diagramům přibyla nová trasa, která znázorňuje cestu, kdy operátor přerušil ruční výrobu a odchází zpět k plotru, aby vyřezal další polotovary. Nejprve vrátí zbylý materiál zpět do regálu a vrací se zpět k plotru, aby se podíval na nový výrobní příkaz. Na tomto příkazu je i informace o dalším materiálu, který potřebuje vložit na pracovní plochu plotru. Zároveň musí zajistit plechy, které potřebuje pro lemování na vyrobené polotovary. Plechy se nacházejí ve vedlejším regálu. Materiál přinese na plotr, spustí výrobu a s rozpracovanými polotovary a potřebnými plechy odchází zpět na pracoviště pokračovat v ruční výrobě. Až je zakázka ručně zpracována, odnáší hotové výrobky do regálu.

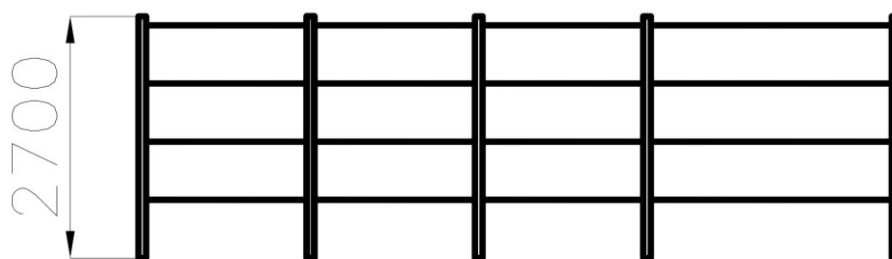
Pořízené snímky poskytly představu o průběhu výrobního procesu u všech třech hlavních činnostech, které probíhají na pracovišti PZ. Ze snímků vyplynuly určité rozdíly ve výrobním procesu. Důležitým rozdílem je chování operátorů během spuštění stroje. Operátoři vysekávacího poloautomatu a zakázkové výroby pracují na dílech, které vyrobil stroj, který obsluhují. Naopak operátoři plotrů nepracují a nepodílejí se žádným způsobem na dokončovacích operacích, které vykonává pracovník určený pro dokončovací operace.

Kvůli dlouhým přípravám na zahájení a ukončení výroby na vysekávacích poloautomatech a řezacích plotrech je vytíženost strojů nízká a doba činnosti strojů se blíží polovině dostupného času ze směny. Zároveň byla identifikována časově nejdelší přípravná činnost na zahájení výroby, a to je získání materiálu z regálu. Tuto činnost lze označit za nejdelší prostoj. Pro identifikaci důvodu dlouhého průběhu této činnosti byla zpracována hlubší analýza této činnosti, která je obsažena v následující kapitole.

8.3 Náměry činnosti získání materiálu z regálu

Z předchozí kapitoly vyplývá, že časově nejnáročnější činností při zahájení výroby je získání materiálu z regálu. Při vykonávání této činnosti nepracují stroje a ani neprobíhá žádná další činnost, která by přidávala hodnotu. Důvodů, proč tato činnost zabírá velké množství času ze směny, může být hned několik. Jedním z důvodů je přístupnost materiálu v regálu. Regály mají několik pater. Pro skladování se využívá i nultá pozice regálů. Materiály jsou na této pozici umístěny na zemi. Pro získání materiálů z vyšších pater je potřeba podat si paletu vysokozdvížným vozíkem, najít správný materiál podle šarže, materiál vyjmout z palety, vrátit paletu zpět do regálu a materiál ručně nebo pomocí vysokozdvížného vozíku dopravit ke stroji, který operátor obsluhuje. Naproti tomu materiály z nulté pozice a prvního patra regálu jsou dobře přístupné i bez vysokozdvížného vozíku a jejich získání je rychlejší než u materiálů, které leží ve vyšších patrech regálu.

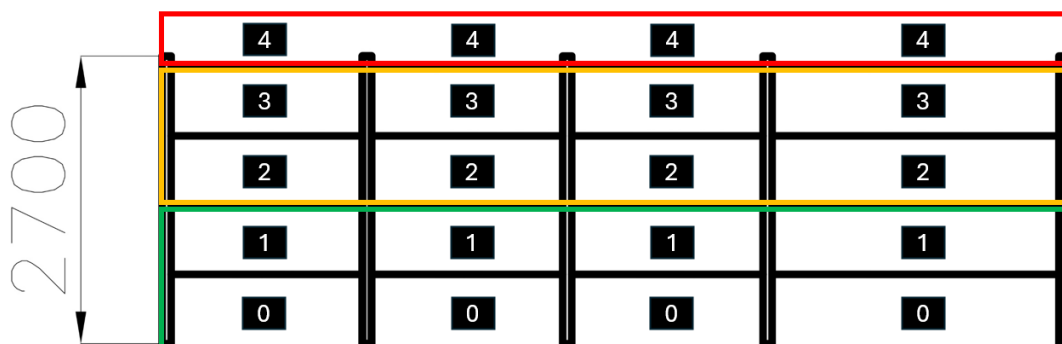
Při použití dat ze snímků pracovního dne lze zjistit, že průměr této činnosti byl u operátora vysekávacího poloautomatu 6 minut a 26 vteřin, protože za směnu tato činnost trvala operátorovi celkem 58 minut a potřeboval celkem devětkrát získat materiál pro 9 zakázek, které vyrobil. Operátorovi plotru tato činnost zabrala celkem 1 hodinu a 48 minut času ze směny, zpracoval 17 zakázek, takže průměr této činnosti byl 6 minut a 21 vteřin. Stejnou logikou lze spočítat i průměr u operátora zakázkové výroby, který vyřezal na plotru polotovary pro 12 zakázek. Průměr byl 4 minuty a 34 vteřin. Tyto průměry mohou být zavádějící, protože nejsou vypočítány z relevantního počtu zakázek a nezohledňují patro regálu, ze kterého byl materiál získán. Následující obrázek 21 zobrazuje příklad regálu, který se na pracovišti nachází.



Obrázek 21 Příklad regálu na pracovišti PZ

(zdroj: vlastní)

Na obrázku 21 lze spatřit 2D výkres regálu, který se nachází na pracovišti PZ. Tento regál je vysoký 2 700 mm. Šířka jednotlivých pozic není pro tuto kapitolu relevantní. Jakýkoliv regál lze rozdělit na 3 zóny. První zóna je pro materiály, které jsou uloženy v lehce přístupném dosahu bez vysokozdvížného vozíku. Druhá zóna je hůře přístupná než první zóna, protože pro získání materiálu je již potřeba vysokozdvížný vozík. Třetí zóna je nejhůře přístupná, protože vyžaduje opatrnost ze strany operátora při nabírání palety vidlicemi vysokozdvížného vozíku a také zdvihací dráha je delší než u druhé zóny.



Obrázek 22 Rozdělení zón regálu

(zdroj: vlastní)

Obrázek 22 zobrazuje zmíněné rozdělení regálu do jednotlivých zón. Zeleně označená je první zóna, dále oranžově druhá zóna, a nakonec červeně třetí zóna. Čísla od 0 do 4 označují patro skladovací pozice. Na pracovišti nemají všechny regály stejný rozměr. Některé regály jsou delší a některé kratší než znázorněný regál. Zároveň mají regály různé počty polic v různých výškách. Proto nelze zóny rozdělit podle počtu pater skladovacích pozic, ale musí být rozděleny podle dosažitelné výšky.

- Zelená – první zóna: do 1 500 mm výšky regálu

- Oranžová – druhá zóna: od 1 500 mm do 2 600 mm výšky regálu
- Červená – třetí zóna: od 2 600 mm výšky regálu

Je pravděpodobné, že získání materiálu ze zelené zóny je nejrychlejší, protože nevyžaduje vysokozdvizný vozík. Naopak nejvíce času zabere získání materiálu ze třetí zóny, protože vyžaduje práci s VZV a zdvihová dráha vozíku je nejdelší ze všech lokací. Pro ověření této teorie byly pořízeny náměry, jejichž účelem bylo zjistit průměrné časy na získání materiálů, dle pozice uložení materiálu v regálu. K tomuto účelu byla činnost získání materiálu z regálu rozdělena na více drobnějších činností, u kterých byly změřeny časy trvání, ze kterých byl následně vypočítán průměrný čas.

Tabulka 6 Celkový čas činnosti získávání materiálu vycházející z průměrných časů

Název činnosti/zóna	Zelená zóna	Oranžová zóna	Červená zóna
Získání VZV	x	0:01:35	0:01:36
Nabírání palety vidlemi VZV	x	0:00:21	0:00:44
Snížení nabrané palety	x	0:00:15	0:00:31
Hledání správné šarže materiálu	0:03:12	0:03:14	0:03:18
Vyjmutí materiálu z palety	0:00:19	0:00:20	0:00:18
Kontrola materiálu - měření tloušťky	0:01:05	0:01:03	0:01:03
Vrácení palety do regálu	x	0:00:18	0:00:51
Snížení vidlí VZV bez palety	x	0:00:15	0:00:25
Celkový průměrný čas získání materiálu	0:04:36	0:07:21	0:08:46

(zdroj: vlastní)

V tabulce 6 lze nalézt průměrné časy jednotlivých drobných činností, které tvoří průměrný čas činnosti získání materiálu z regálu. Pro každou zónu bylo pořízeno 30 náměrů. Náměry nerozlišují druh stroje nebo práce, protože činnost získání materiálu z regálu probíhá bez rozdílů u všech typů práce. Získání materiálů ze zelené zóny má nejmenší průměrný čas. Je to zapříčiněné tím, že není potřeba manipulovat s paletou, na které je materiál uskladněn. Průměrný čas na získání materiálu ze zelené zóny tak činí 4 minuty a 36 vteřin. Získání materiálu z oranžové zóny trvá průměrně 7 minut a 21 vteřin. Čas je delší především kvůli nutnosti manipulace s materiálem, který je na paletě a není pro člověka lehce přístupný, jako materiál v zelené zóně.

Při činnosti získání VZV si operátor musí zajistit VZV a přijet s ním k regálu, ze kterého má vzít materiál. Na pracovišti se nachází pouze jeden VZV. Tyto trasy jsou velice variabilní a jsou vynechány z předchozích spaghetti diagramů. Vozík se pokaždé nachází na posledním místě, kde jej někdo potřeboval pro manipulaci s materiálem. Následně operátor musí nabrat paletu z regálu a spustit si ji na zem. Průměrně nejdelším časovým úsekem je

hledání správné šarže materiálu. Na paletě se zpravidla nachází více rolí nebo tabulí materiálu a štítek se šarží bývá často na špatně viditelném místě. Operátor musí najít materiál s odpovídající šarží, a to průměrně trvá přes 3 minuty bez rozdílu na barvě zóny. Následně až operátor najde správný materiál, tak materiál uchopí anebo jej skutálí z palety, záleží na hmotnosti břemene. Materiál dá na stranu, aby nepřekážel při vracení palety do regálu. Paletu vrátí do regálu a sníží vidle VZV. Vozík nechá na místě a proces přechází do jiné činnosti, a to je doprava materiálu ke stroji. Kvůli vyšším výškám, ve kterých je náročnější manipulovat s VZV je logické, že průměrný čas na získání materiálu z červené zóny je nejdelším průměrným časem ze všech zón. Konkrétně 8 minut a 46 vteřin.

Z této kapitoly vyplývá, že čas na získání materiálu významně závisí na výšce, kde je materiál umístěn. Pokud v určitém časovém období převládá manipulace z oranžových a červených zón, může to značit nevhodné uložení materiálů v regálech, protože v těchto zónách trvá déle získat materiál, a to může způsobovat ztráty. Pro zjištění počtu manipulací s materiálem v jednotlivých zónách byla vytvořena XYZ analýza všech regálů na pracovišti PZ.

8.4 XYZ analýza

Následující kapitola se zabývá modifikovanou XYZ analýzou. Analýza zkoumá počet obrátek uvolnění materiálů do výroby z jednotlivých skladovacích pozic v regálech umístěných na pracovišti PZ. Cílem analýzy je zjistit, z jakého regálu a na jaký stroj byl materiál dopraven. Dále se také projeví intenzita toků materiálů z jednotlivých regálových řad. Díky tomu je možné spočítat celkové délky materiálových toků pro všechny stroje. Jako vhodné období pro analýzu byl zvolen kompletní rok 2024. Data z předchozích pěti let se nijak zásadně neliší od roku 2024, proto stačí čerpat data z roku 2024. Prostředkem pro provedení XYZ analýzy jsou data z informačního systému Helios. Z každé provedené zakázky lze zjistit místo uložení materiálu, odkud jej pracovníci dopravili ke stroji, který obsluhovali.

Mimo to lze z těchto dat také definovat zónu uložení materiálu pro výpočet průměrných časů činnosti získání materiálu z regálu. Základními prvky pro výpočet XYZ analýzy jsou tedy jednotlivé regálové řady, počet zakázek za rok 2024 a stroje. Z těchto tří prvků je XYZ analýza vytvořena. V kapitole 8.1 Tok zakázky pracovištěm zmiňuje autor celkový počet zakázek. V roce 2024 pracoviště zpracovalo 19 454 zakázek. K výslednému číslu je nutné připočítat ještě dalších 3 058 obrátek materiálů, které byly uvolněny pro zakázkovou výrobu.

V kapitole 8.2.3 Ruční – zakázková výroba je autorem zmíněn fakt, že při tomto druhu výroby jsou zpracovány 2 materiály. Z tohoto důvodu je potřeba počítat celkem s 22 512 obrátkami, i když bylo zpracováno 19 454 zakázek. Suma všech počtů uvolnění materiálů z jednotlivých řad musí činit právě toto číslo, protože není možné, aby byl materiál do výroby uvolněn bez skladové lokace. Všechny materiály mají své pevné místo v regálech. Systém skladování je tedy fixní zónový.

8.4.1 Regálové řady

Autor v kapitole 7 Současný layout pracoviště zmínil, že na pracovišti se nacházejí 4 regálové řady se sedmi regály. Při tvorbě XYZ analýzy bylo zjištěno, že materiály, které jsou používány na pracovišti, se nacházejí i mimo layout pracoviště. Kvůli nedostatečné kapacitě skladu se materiály nacházejí i v regálech v prostorách lisovny. Celkem se jedná o 2 regály, ze kterých je dovážěn materiál na pracoviště PZ. Celkově jsou materiály uvolňovány ze 6 regálových řad, které mají dohromady 9 samostatně stojících regálů.

- M-H – 2 regály
- M-I – 2 regály
- M-J – 1 regál
- M-K – 2 regály
- M-B – 1 regál
- M-C – 1 regál

Regály nemají stejné rozměry. Rozdílý jsou v hloubce regálu, výšce a šířce jednotlivých mezer mezi nosnými sloupky regálu. Regál v řadě M-J se liší zásadně od ostatních regálů tím, že se v něm neskladují europalety s rolemi, ale formátové palety s tabulemi materiálu. V ostatních regálech se skladují europalety a do mezer mezi sloupky lze umístit vedle sebe 2 nebo 3 europalety, podle šířky mezery. Každá paletová pozice je označena. Když si má pracovník dopravit materiál pro zahájení výroby, tak ví, kde se materiál přesně nachází díky standardizovanému zápisu skladových lokací. Následující obrázek 23 představuje příklad tohoto zápisu.

M-K-05-2

Obrázek 23 Příklad standardizovaného zápisu skladové lokace

(zdroj: vlastní)

Písmena M-K na obrázku 23 znamenají označení regálové řady. Číslo 05 je sloupec regálové řady a poslední číslo 2 je označení patra regálu, ve kterém se požadovaný materiál nachází. Díky standardizovanému zápisu lze provést sumu počtu uvolnění materiálu ze skladové lokace. Uvolnění materiálů z jednotlivých lokací je pak znázorněno v následující vizualizaci.

Patro	H01	H02	H03	Patro
4	55	75	148	4
3	53	108	121	3
2	24	165	152	2
1	52	56	48	1
0	0	0	48	0

Obrázek 24 Vizualizace počtu obrátek v regálu M-H-01–M-H-03

(zdroj: vlastní)

Obrázek 24 je příkladem součtu počtu obrátek ze skladové pozice. V tomto konkrétním případě se jedná o regál, který obsahuje skladové lokace M-H-01 až M-H-03. Tento regál má včetně nultého patra celkem 5 pater, na kterých se nachází materiál. Výška regálu je 3 300 mm a patra jsou rozdělena do barevných zón, které značí obtížnost pro získání materiálu. První řádek vizualizace obsahuje názvy regálových sloupců – H01, H02, H03. V každém sloupci se nachází 5 pater palet s materiálem. Barva ve sloupci patro značí zařazení patra do příslušné barevné zóny. Každé políčko se sumou obrátek představuje jednu paletu. Jednotlivá čísla jsou sumy uvolnění materiálu ze skladové lokace do výroby za rok 2024.

Sumy jsou vybarveny pomocí podmíněného formátování. Do červené barvy jsou zbarvena políčka s nejmenším počtem obrátek, žlutě jsou zbarvena políčka s větším počtem a v dalších regálových řadách bude možné vidět i zelená políčka s nejvyšším počtem obrátek. Z hlediska manipulace je ideální mít materiály s nejvyšším počtem obrátek v zelených zónách a materiály s nejmenším počtem v červených zónách, protože jejich získání trvá nejdelší dobu. V tomto případě se v lehce přístupných zelených zónách nachází

hned dvě palety, ze kterých nebyl materiál použit ani jednou. Naopak nejvyšší počty se nacházejí v oranžové zóně. Kdyby se tento materiál se 165 uvolněními do výroby nacházel v zelené zóně, došlo by k úspoře času při získávání materiálu z regálu. Vizualizace počtu obrátek ostatních regálových řad se nachází v příloze *P IV: VIZUALIZACE POČTU OBRÁTEK 1. ČÁST* a v příloze *P V: VIZUALIZACE POČTU OBRÁTEK 2. ČÁST*.

Důležitá je celková výška regálů a výška, ve které jsou jednotlivá patra regálu. Materiál je skladován ve třech různě vysokých regálech

- **2 700 mm – 4 regály**

1. M-H-04–M-H-09
2. M-I-01–M-I-05
3. M-K-01–M-K-09
4. M-K-10–M-K-15

- **3 330 mm – 2 regály**

1. M-H-01–M-H-03
2. M-J-01–M-J-04

- **6 150 mm - 2 regály**

1. M-B-01–M-B-09
2. M-C-01–M-C-12

- **Palety na podlaze – M-I-06**

Zmíněné regály o výšce 6 150 mm se nacházejí mimo layout pracoviště a jsou umístěny v prostorách lisovny. Kromě klasických regálů je na pracovišti i jedno místo, kde se nenachází klasický regál, ale palety jsou volně umístěny na zemi. Tato lokace je označena kódem M-I-06 a nemá tedy žádná patra. Jsou to 2 palety položené na podlaze. Nyní je možné sečíst, kolik pozic a uvolnění materiálu bylo provedeno ve všech třech zónách. Následující tabulka 7 tento počet zobrazuje.

Tabulka 7 Součet regálových zón a uvolnění materiálů v roce 2024

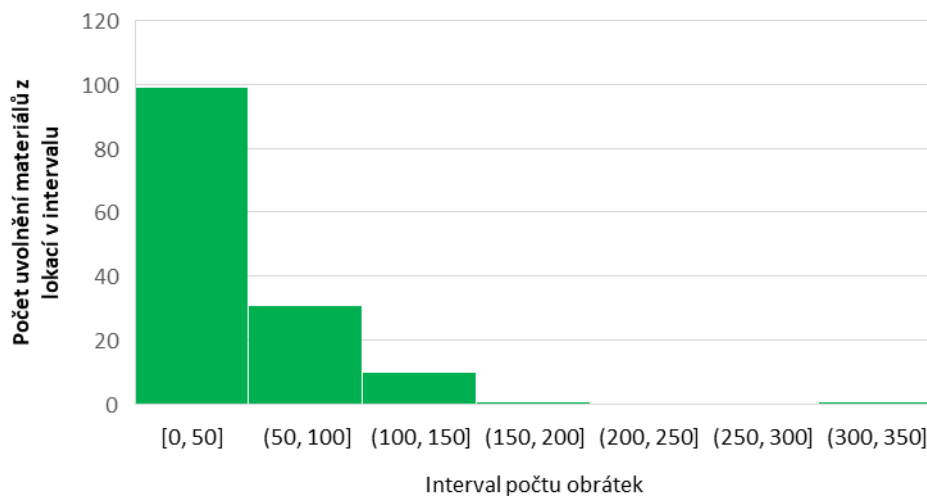
Zóna	Počet skladovacích pozic	Počet uvolnění materiálu
Červená	95	5291
Oranžová	70	11337
Zelená	142	5884
Celkový počet	307	22512

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 7 vyplývá, že pracoviště využívá celkem 307 skladovacích lokací z devíti regálů. Lze konstatovat, že pracoviště využívá 307 materiálů, protože skladované materiály mají fixní pozice ve skladě. Jeden typ materiálu se nachází na jedné paletě. Nejvíce skladovacích pozic se nachází v zelené zóně, ve které je nejrychlejší získání materiálu z regálu. Avšak materiály nejsou z těchto lokací odebírány nejčastěji. Nejvíce obrátek mají materiály z oranžové zóny, konkrétně 50 % všech obrátek. Manipulace je v této zóně složitější a trvá delší dobu než u zelené zóny. Nezanedbatelný je i počet uvolnění materiálu z červené zóny. Počet se přibližuje zelené zóně. Tato tabulka 7 však nezohledňuje frekvence v obrátkových intervalech. Nelze z ní určit, které materiály by mohly být přesunuty z oranžových a červených zón do zóny zelené. Proto byly frekvence obrátek v jednotlivých zónách rozděleny do intervalů a zobrazeny v histogramech.

8.4.2 Histogramy frekvencí obrátek

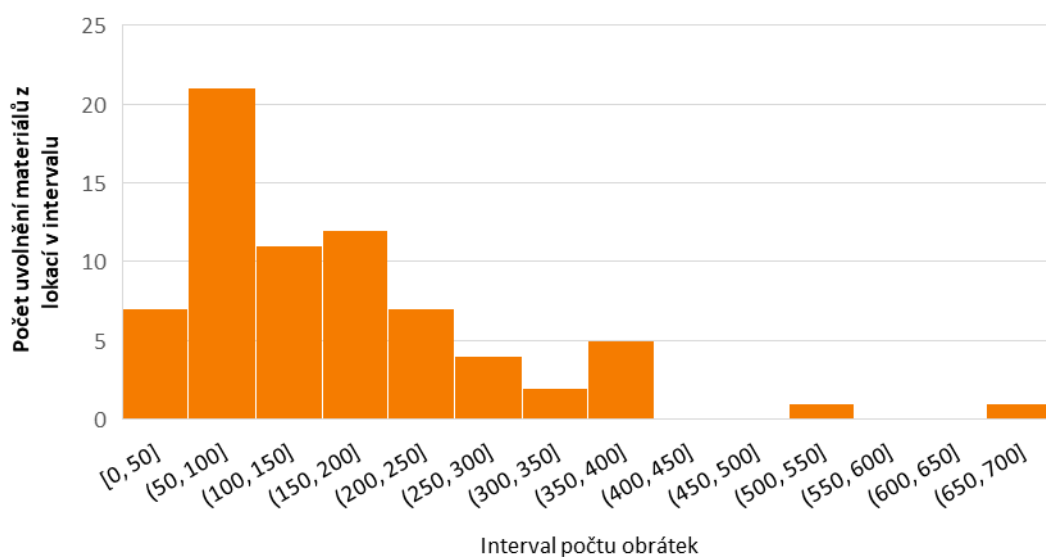
Cílem XYZ analýzy je porovnat počty obrátek v jednotlivých skladových zónách. Počty obrátek materiálů ve skladovacích lokacích v regálech lze rozdělit do intervalů a určit tak frekvence obrátek v jednotlivých intervalech. Šířka intervalu byla stanovena na hodnotu 50. Ve správně organizovaném skladě jsou nízkoobrátkové položky umístěny v nejhůře dostupných zónách a na druhou stranu vysokoobrátkové položky jsou umístěny na nejlépe dostupných místech. Proto je důležité porovnat obrátky materiálů ze všech tří zón a zjistit, kde se nachází materiály s největším počtem uvolnění do výroby za rok 2024. Následující obrázek 25 je histogram zelené zóny.



Obrázek 25 Histogram četnosti obrátek v jednotlivých intervalech v roce 2024 – zelená zóna

(zdroj: vlastní)

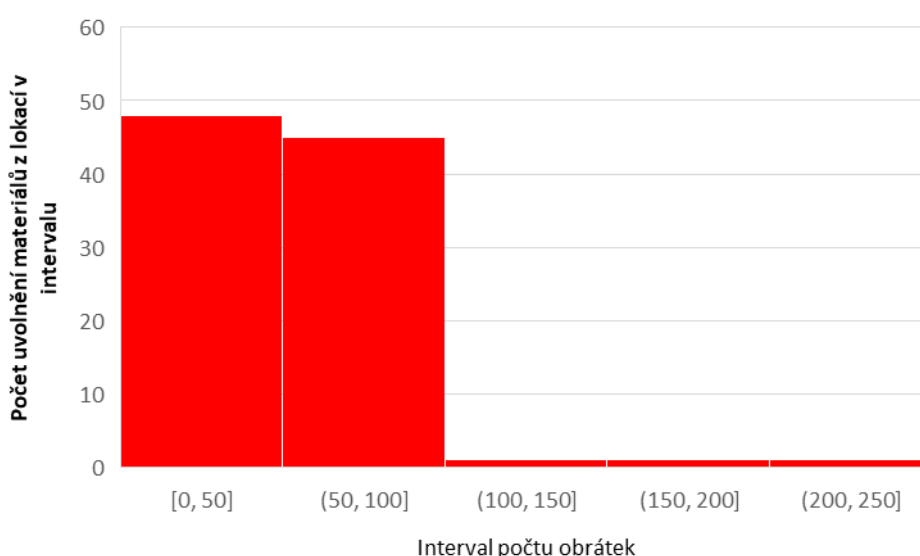
Na obrázku 25 je možné spatřit histogram zpracovaný pro zelenou zónu. Ukazuje, že 99 ze 142 skladovacích lokací v této zóně obsahuje materiály s nejnižším možným intervalem počtu obrátek. To je alarmující zjištění. Znamená to, že 32,5 % ze 307 materiálů má nejnižší počet obrátek a nachází se právě v zelené zóně. Správně by tyto materiály měly být umístěny v zóně červené, ze které trvá nejdelší dobu získat materiál. Nejvíce obrátková pozice je v intervalu od 300 do 350 obrátek, ale tato pozice je pouze jedna. V zelené zóně by mělo být těchto vysokoobrátkových pozic více. Obrázek 26 představuje histogram pro oranžovou zónu.



Obrázek 26 Histogram četnosti obrátek v jednotlivých intervalech v roce 2024 – oranžová zóna

(zdroj: vlastní)

Z obrázku 26 je patrné, že se v této zóně nacházejí materiály s větší obrátkou než v zóně zelené a zároveň je zde daleko méně materiálů v nejnižším intervalu, což je principiálně špatně. Celkem se zde nachází 64 materiálů, které spadají do intervalu většího než od 0 až 50 obrátek. Tato zóna má celkem 70 skladovacích pozic, jak vyplývá z tabulky 7. Lze tedy konstatovat, že přesunutím 64 ze 70 materiálů do zelené zóny by došlo k časové úspoře při získávání materiálů z regálu. Posledním histogramem je obrázek X pro červenou zónu.



Obrázek 27 Histogram četnosti obrátek v jednotlivých intervalech v roce 2024 – červená zóna

(zdroj: vlastní)

Předchozí obrázek 27 zobrazuje histogram četnosti obrátek pro poslední červenou zónu. Nachází se zde téměř 50 materiálů s nejnižší četností obrátek, což je principiálně správné, protože získání materiálů z této zóny trvá nejdelší dobu ze všech zón. Zajímavý je počet materiálů v intervalu od 50 do 100 obrátek. Tyto materiály mají větší počet obrátek než nejfrekventovanější interval v zelené zóně. Tyto materiály by bylo vhodné přemístit alespoň do oranžové zóny, kdyby došlo k přemístění materiálů z oranžové zóny do zelené. Naopak cílem by mělo být přesunout sem nejvíce materiálů z intervalu od 0 do 50 ze zóny zelené.

Celkově tedy lze konstatovat, že organizace skladu není správná. Většina nejméně obrátkových materiálů se nachází v zelené zóně. Zbytečně tam zabírají místo pro více obrátkové materiály a dochází tak k časovým ztrátám. Zlepšení organizace skladu přinese úspory, které vzniknou rychlejším získáním materiálů z regálů.

8.4.3 Výpočet průměrných časů pro získání materiálu z jednotlivých zón

V této podkapitole jsou vypočítány průměrné časy na získání materiálů z regálů v jednotlivých regálových zónách za rok 2024. Celkem bylo nutné 22 512krát získat materiál z regálu v jedné ze tří regálových zón. V kapitole 8.3 Náměry činnosti získání materiálu z regálu autor vypočítal průměrné časy pro získání materiálu z jednotlivých zón. Dále při modifikované XYZ analýze uvedl, kolik obrátek materiálů bylo v jednotlivých zónách. Při spojení těchto dvou údajů lze zjistit, kolik času bylo průměrně spotřebováno na získání materiálu z jednotlivých zón za rok 2024.

Tabulka 8 Suma časů činnosti získání materiálu z regálu pro jednotlivé zóny v roce 2024

Zóna	Počet uvolnění materiálu	Průměrný čas získání materiálu	Celkový průměrný čas za rok 2024
Červená	5291	0:08:46	773,07 hodin
Oranžová	11337	0:07:21	1388,78 hodin
Zelená	5884	0:04:36	451,11 hodin
Celkový počet/čas	22512	/	2612,96 hodin

(zdroj: vlastní)

Dle předpokladu z tabulky 8 vyplývá, že nejvíce času za rok 2024 zabralo získávání materiálu z oranžové zóny. Důležité je mít stále na paměti, že se jedná o výpočty pro celé pracoviště. Získání materiálu z oranžové zóny zabralo celkem 1 388,78 hodin. Jak plyne

z histogramů, v této zóně se nachází daleko více materiálů s větší obrátkou než v zelené zóně. Získání materiálů z této zóny zabralo celkem 451,11 hodin. Druhý nejvyšší počet hodin trvalo získání materiálů ze zóny červené a to celkem 773,07 hodin. Lze tedy konstatovat, že operátoři na vybraném pracovišti ztratili za rok 2024 celkem 2 612,96 hodin výrobního času, protože při manipulaci s materiály je stroj v nečinnosti a nevyrábí.

Díky XYZ analýze lze určit i intenzitu materiálového toku pro jednotlivé stroje. Lze tak spočítat celkové vzdálenosti uražené operátory v roce 2024 za účelem transportu materiálu na daný stroj, který obsluhují. K tomu slouží následující kapitola.

8.5 Sankey diagramy

V této kapitole jsou znázorněny celkem 4 Sankey diagramy, které zobrazují intenzitu materiálového toku pro všechny stroje, které se nachází na vybraném pracovišti. Sankey diagramy jsou 4 pro zachování přehlednosti diagramů. Stroje jsou do diagramu shlukovány dle druhu práce vykonávané na pracovišti. Řezací plotry jsou rozděleny na dvě části, protože vizualizace materiálového toku pro 4 stroje by byla nepřehledná. Materiálový tok se skládá ze dvou částí. První částí je transport materiálu na stroj, ze kterého budou vyrobeny díly a také vrácení použitého materiálu zpět do stejného regálu. Druhou částí je transport rozpracovaných nebo hotových výrobků. To záleží, jestli je nutné na výrobku provádět dokončovací operace, nebo je výrobek hotový a putuje do regálu s hotovými výrobky.

Díky datům využívaných v XYZ analýze lze spočítat celkové délky materiálových toků za rok 2024. Pro představu o intenzitě materiálových toků je však nejprve vhodné uvést kolik zakázek jednotlivé stroje za zmíněný rok zpracovaly.

Tabulka 9 Počet zpracovaných zakázek na strojích v roce 2024

Název stroje	Počet zpracovaných zakázek v roce 2024
Plotr č.1	3549
Plotr č.2	3204
Plotr č.3	2887
Plotr č.4	3058
Plotr č.5	2811
Vysekávací poloautomat č.6	1717
Vysekávací poloautomat č.7	2124
Manuální vysekávací stroj č.8	71
Manuální vysekávací stroj č.9	21
Manuální vysekávací stroj č.10	12
Celkový počet zakázek	19454

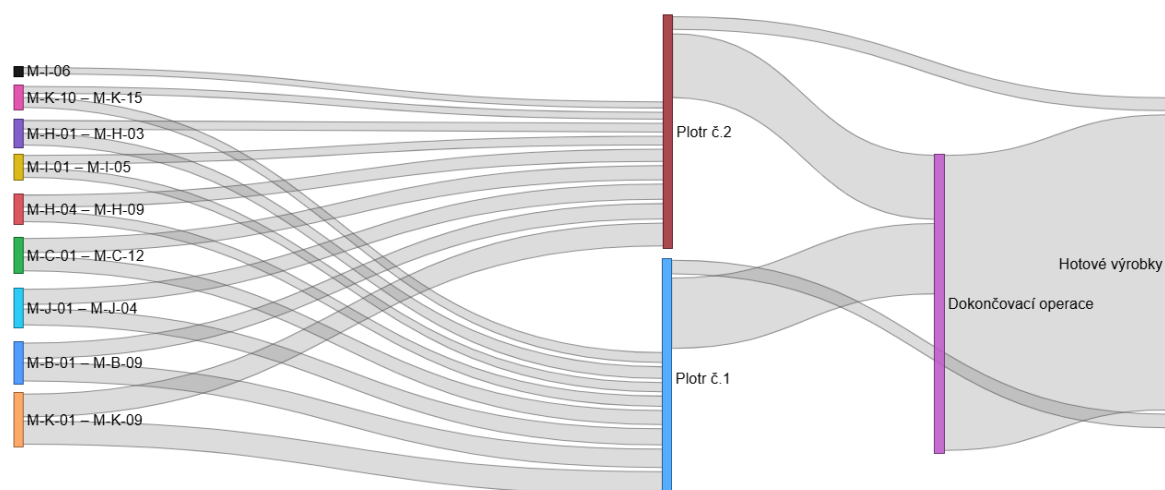
(zdroj: vlastní)

V tabulce 9 je možné spatřit, že nejvytíženějším strojem v roce 2024 byl plotr č.1, který zpracoval 3 549 zakázek. Naopak nejméně zakázek zpracovaly manuální vysekávací stroje. Dohromady na nich bylo zpracováno pouze 104 zakázek. Díky tabulce 9 lze předpokládat intenzitu materiálového toku na jednotlivé stroje. Plotry měly nejvíce zpracovaných zakázek, a tudíž tok materiálů bude u plotrů nejfrekventovanější. Nesmí se opomenout fakt, že plotr č.4 patří pod zakázkovou výrobu, která zpracovala 3 058 zakázek. Následující podkapitoly zobrazují Sankey diagramy, které intenzity toků zobrazují.

Struktura je následující. Pro zachování přehlednosti jsou nejprve vytvořeny mapy vzdáleností. Každý stroj je různě vzdálen od regálů, a proto je pro představu vzdáleností vytvořena mapa, která tyto vzdálenosti zobrazuje. Sankey diagram by byl nepřehledný, kdyby byl zakreslen přímo do layoutu. Proto jsou intenzity toků v samotném Sankey diagramu znázorněny mimo layout. Intenzity se vzdálenostmi jsou pak spojeny dohromady v tabulce, která sumarizuje celkové uražené trasy.

8.5.1 Sankey diagram plotrů č.1 a č.2

V příloze *P VI: MAPA VZDÁLENOSTÍ PLOTRŮ Č.1 A Č.2* lze spatřit vizuální mapu vzdáleností zmíněných plotrů. Layout je doplněn i o středisko lisovny, kde se nachází 2 regály mimo layout vybraného pracoviště, ze kterých je spotřebováván materiál. Tyrkysově jsou znázorněny trasy plotru č.1 a tmavě červeně vzdálenosti plotru č.2. Růžově jsou pak znázorněny trasy rozpracovaného výrobku a hotového výrobku. Následující obrázek 28 zobrazuje Sankey diagram plotrů č.1 a č.2.



Obrázek 28 Sankey diagram – řezací plotry č.1 a č.2

(zdroj: vlastní)

V Sankey diagramu na obrázku 28 lze spatřit intenzitu toků u řezacích plotrů č.1 a č.2. Logika diagramu spočívá v tom, že v levé části jsou umístěny regály, ze kterých byl materiál transportován na stroje. Ty jsou umístěny uprostřed Sankey diagramu. Z použitého materiálu se na stroji stává hotový nebo rozpracovaný výrobek. Výrobek je transportován na stanoviště dokončovacích operací anebo rovnou do regálu s hotovými výrobky, pokud není vyžadována dokončovací operace. Z diagramu plyne, že nejvíce frekventovanou trasou pro materiál jsou cesty k regálu M-K-01–M-K-09. Naopak nejméně frekventovanou trasou je cesta k lokaci M-I-06, odkud využíval materiál pouze plotr č.2. K propojení intenzit a uražených vzdáleností za rok 2024 slouží následující tabulka 10.

Tabulka 10 Celkové délky materiálových toků za rok 2024 – řezací plotry č.1 a č.2

Zdroj	Cíl	Intenzita	Vzdálenost [m]	Počet cest	Celkem [m]
Plotr č.1	M-H-01 – M-H-03	329	26,5	4	34 874
Plotr č.1	M-H-04 – M-H-09	260	23,0	4	23 920
Plotr č.1	M-I-01 – M-I-05	210	15,0	4	12 600
Plotr č.1	M-K-01 – M-K-09	877	5,5	4	19 294
Plotr č.1	M-K-10 – M-K-15	246	14,0	4	13 776
Plotr č.1	M-J-01 – M-J-04	541	5,0	4	10 820
Plotr č.1	M-B-01 – M-B-09	645	84,0	4	216 720
Plotr č.1	M-C-01 – M-C-12	441	80,0	4	141 120
Plotr č.1	Dok. operace	3123	11,0	2	68 706
Plotr č.1	Hotové výrobky	426	10,0	2	8 520
Dokončovací operace	Hotové výrobky	3123	4,0	2	24 984
Plotr č.1 - Celkem	x	x	x	x	575 334
Plotr č.2	M-H-01 – M-H-03	187	21,5	4	16 082
Plotr č.2	M-H-04 – M-H-09	354	18,0	4	25 488
Plotr č.2	M-I-01 – M-I-05	187	10,0	4	7 480
Plotr č.2	M-I-06	66	8,0	4	2 112
Plotr č.2	M-K-01 – M-K-09	855	9,5	4	32 490
Plotr č.2	M-K-10 – M-K-15	101	10,5	4	4 242
Plotr č.2	M-J-01 – M-J-04	498	8,0	4	15 936
Plotr č.2	M-B-01 – M-B-09	504	80,5	4	162 288
Plotr č.2	M-C-01 – M-C-12	452	76,5	4	138 312
Plotr č.2	Dok. operace	2820	15,0	2	84 600
Plotr č.2	Hotové výrobky	384	14,0	2	10 752
Dokončovací operace	Hotové výrobky	2820	4,0	2	22 560
Plotr č.2 - Celkem	x	x	x	x	522 342

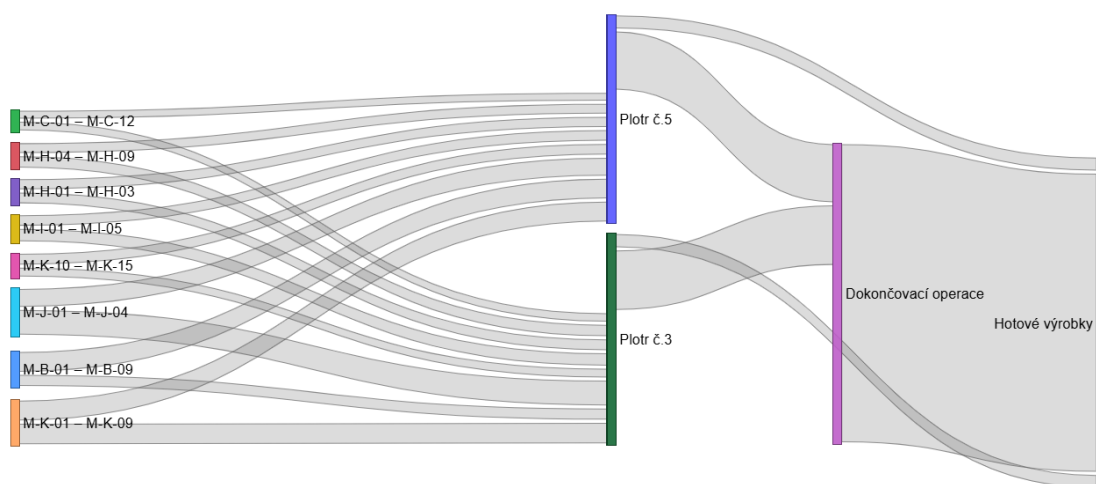
(zdroj: vlastní)

V tabulce 10 lze spatřit délky materiálových toků za rok 2024. Struktura tabulky ukazuje, odkud a kam vedl materiálový tok. Dále ukazuje, kolikrát tato trasa za rok 2024 proběhla, vzdálenost stroje od objektu a počet cest, které musel operátor v této dráze ujit. Nesmí být totiž opomenut fakt, že když je materiál na pracoviště dopraven, tak je i následně vrácen zpět do regálu. Operátor přijde pro materiál, dopraví jej na stroj, po skončení výroby vrací materiál do regálu a vrací se ke stroji. Proto je většina cest s počtem 4. Vzdálenosti jsou měřeny od místa, kde se vkládá materiál do stroje ke středu daného objektu.

Kromě materiálů se zde nachází i intenzity toků výrobků, a tyto cesty mají počet 2. Ty jsou zvýrazněny růžově. U těchto cest totiž není nic vráceno zpět na své místo, jako v předchozím případě. Délka materiálového toku u plotru č.1 je kolem 575 km a u plotru č.2 je to kolem 522 km. Nejdelšími cestami jsou u obou strojů cesty, které vedou k regálům umístěných v prostorách lisovny.

8.5.2 Sankey diagram plotrů č.3 a č.5

V příloze P VII: MAPA VZDÁLENOSTÍ PLOTRŮ Č.3 A Č.5 je znázorněna další mapa vzdáleností, tentokrát pro plotry č.3 a č.5. Modře jsou znázorněny trasy plotru č.5 a zeleně trasy plotru č.3. Stejně jako v předchozím případě, jsou růžově znázorněny toky výrobků. K vizualizaci intenzit slouží následující obrázek 29.



Obrázek 29 Sankey diagram – řezací plotry č.3 a č.5

(zdroj: vlastní)

V obrázku 29 je zobrazen Sankey diagram pro plotry č.3 a č.5. Důležitým prvkem je zachování stejného škálování intenzit, jako u Sankey diagramu plotrů č.1 a č.2. Nejvytěžovanějším regálem je regál M-J-01–M-J-04, který je označen tyrkysovou barvou. Mezi další významně vytěžované regály patří M-B-01–M-B-09 a M-K-01–M-K-09. Vysoká intenzita u regálu M-B-01–M-B-09 pravděpodobně bude v celkovém ročním součtu znamenat velkou porci ураžených metrů k tomuto regálu. Následující tabulka 11 tento fakt potvrzuje.

Tabulka 11 Celkové délky materiálových toků za rok 2024 – řezací plotry č.3 a č.5

Zdroj	Cíl	Intenzita	Vzdálenost [m]	Počet cest	Celkem [m]
Plotr č.3	M-H-01 – M-H-03	231	18,0	4	16 632
Plotr č.3	M-H-04 – M-H-09	259	15,0	4	15 540
Plotr č.3	M-I-01 – M-I-05	302	6,0	4	7 248
Plotr č.3	M-K-01 – M-K-09	697	14,0	4	39 032
Plotr č.3	M-K-10 – M-K-15	136	6,0	4	3 264
Plotr č.3	M-J-01 – M-J-04	891	12,5	4	44 550
Plotr č.3	M-B-01 – M-B-09	246	76,0	4	74 784
Plotr č.3	M-C-01 – M-C-12	125	72,0	4	36 000
Plotr č.3	Dokončovací operace	2541	19,5	2	99 099
Plotr č.3	Hotové výrobky	346	18,5	2	12 802
Dokončovací operace	Hotové výrobky	2541	4,0	2	20 328
Plotr č.3 - Celkem	x	x	x	x	369 279
Plotr č.5	M-H-01 – M-H-03	203	13,0	4	10 556
Plotr č.5	M-H-04 – M-H-09	188	10,0	4	7 520
Plotr č.5	M-I-01 – M-I-05	221	2,0	4	1 768
Plotr č.5	M-K-01 – M-K-09	663	24,5	4	64 974
Plotr č.5	M-K-10 – M-K-15	227	16,5	4	14 982
Plotr č.5	M-J-01 – M-J-04	565	10,5	4	23 730
Plotr č.5	M-B-01 – M-B-09	654	78,0	4	204 048
Plotr č.5	M-C-01 – M-C-12	90	74,0	4	26 640
Plotr č.5	Dokončovací operace	2474	29,5	2	145 966
Plotr č.5	Hotové výrobky	337	28,5	2	19 209
Dokončovací operace	Hotové výrobky	2474	4,0	2	19 792
Plotr č.5 - Celkem	x	x	x	x	539 185

(zdroj: vlastní)

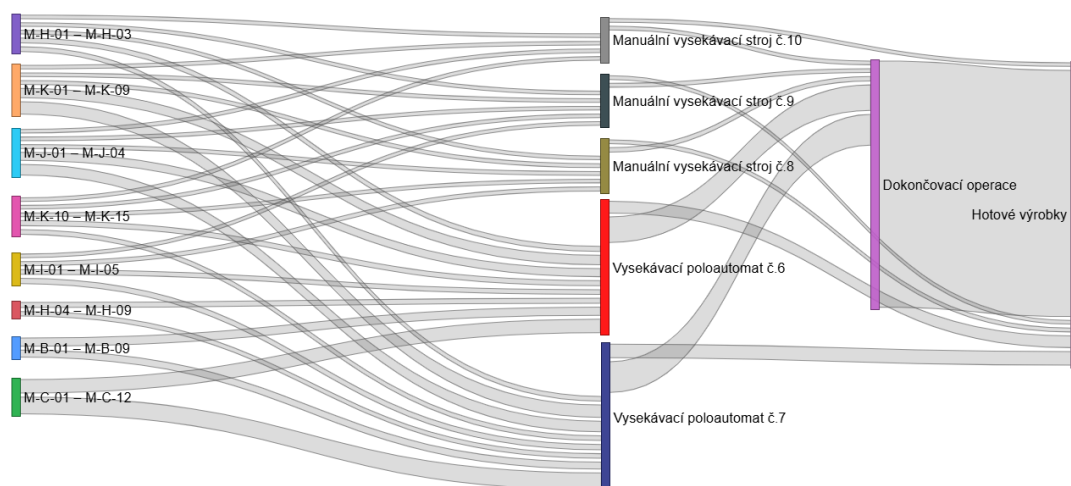
Z tabulky 11 skutečně vyplývá, že nejvýznamnější trasou s materiálem je cesta k regálu M-B-01–M-B-09. U obou plotrů tvoří největší porci metrů při pohybu s materiálem. Plotry č.3 a č.5 mají dále stanoviště dokončovacích operací než plotry č.1 a č.2. Proto, i když mají menší počet cest na toto stanoviště, tak vzrostl počet celkových metrů oproti plotrům č.1 a č.2. Celkové uražené vzdálenosti u těchto plotrů činí kolem 369 km respektive 539 km za rok 2024.

Při sečtení vzdáleností u všech čtyř plotrů je výsledná hodnota 2006,14 km pro čtyři plotry za rok 2024.

8.5.3 Sankey diagram vysekávacích strojů č.6, č.7, č.8, č.9, č.10

Po plotrech byl vytvořen Sankey diagram i pro vysekávací stroje. Jelikož intenzity toků, především u manuálních vysekávacích strojů, dosahují nízkých hodnot, jsou všechny tyto stroje spojeny do jednoho Sankey diagramu. Nejprve jsou v příloze *P VIII: MAPA VZDÁLENOSTÍ VYSEKÁVACÍCH STROJŮ* vizuálně znázorněny trasy vysekávacích strojů. Červené trasy patří vysekávacímu stroji č.6, tmavě modré stroji č.7, olivové stroji č.8, petrolejové stroji č.9 a šedé stroji č.10.

Důležité jsou i růžové trasy dokončovacích operací a cesty s hotovým výrobkem. Operátoři vysekávacích strojů provádějí dokončovací operace, když jsou stroje v činnosti. To vyplynulo z kapitoly 8.2.1 Vysekávací poloautomaty. Naproti tomu operátoři plotrů nosí rozpracované výrobky na stanoviště dokončovacích operací, kde tyto operace provede pracovník určený pro tuto činnost. Vizuální přehled intenzit toků vysekávacích strojů je zobrazen v následujícím obrázku 30.



Obrázek 30 Sankey diagram – vysekávací stroje

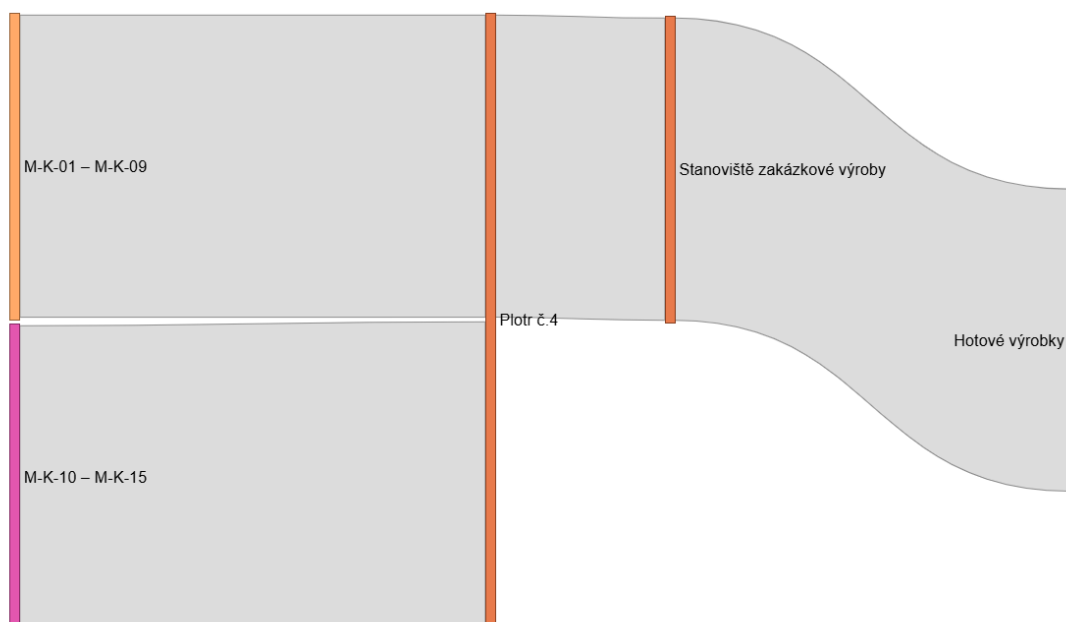
(zdroj: vlastní)

Ze Sankey diagramu na obrázku 30 plyne, že intenzita materiálových toků u vysekávacích poloautomatů výrazně převyšuje manuální vysekávací stroje. Manuální stroje nevyužívají materiály uskladněné v regálech M-B-01–M-B-09 a M-C-01–M-C-12, které stojí mimo layout pracoviště ve středisku lisovna. I pro tento diagram je zachováno stejné škálování intenzit, tak jako u předchozích Sankey diagramů. Vypočítané celkové uražené vzdálenosti jsou zobrazeny v tabulce v příloze P IX: *CELKOVÉ DÉLKY MATERIÁLOVÝCH TOKŮ ZA ROK 2024 – VYSEKÁVACÍ STROJE*.

Skutečně se potvrdil fakt, že manuální stroje jsou využívány jen sporadicky a poloautomaty převažují. Stejně jako u plotrů tak i u poloautomatů tvoří převážnou porci metrů cesty k regálům, které se nacházejí v lisovně. Celková suma metrů je u vysekávacích strojů 1038,5 km za rok 2024. Z toho 98 % jsou trasy týkající se vysekávacích poloautomatů.

8.5.4 Sankey diagram plotru č.4 – zakázková výroba

Jediný stroj, který nebyl zahrnut do předchozích Sankey diagramů je plotr č.4. Ten je vyhrazen pracovníkům zakázkové výroby. Operátoři na plotru vyrobí polotovary, které si přenesou na své stanoviště, kde z polotovaru vytvoří finální výrobek. Všechny materiály jsou uloženy v regálech M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15. Proto je v příloze *P X: MAPA VZDÁLENOSTÍ PLOTRU Č.4* možné vidět pouze 2 trasy, které vedou k regálům. Vzhledem k tomu, že při tomto druhu výroby zcela odpadají dokončovací operace a materiály jsou transportovány jen ze dvou regálů, tak je víceméně jasné, jak bude vypadat Sankey diagram pro plotr č.4.



Obrázek 31 Sankey diagram – řezací plotr č.4

(zdroj: vlastní)

Na obrázku 31 je možné spatřit Sankey diagram řezacího plotru, který je využíván pro výrobu polotovarů pro zakázkovou výrobu. Na každou zakázku jsou potřeba 2 druhy materiálů, které jsou uloženy v regálech M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15. Materiály jsou přeneseny na stanoviště zakázkové výroby, kde z nich operátoři vytvoří finální výrobek, který následně odnesou do regálu, který je pro to určený. Intenzity toků sčítá následující tabulka 12.

Tabulka 12 Celkové délky materiálových toků za rok 2024 – řezací plotry č.4

Zdroj	Cíl	Intenzita	Vzdálenost [m]	Počet cest	Celkem [m]
Plotr č.4	M-K-01 – M-K-09	3058	5,5	4	67 276
Plotr č.4	M-K-10 – M-K-15	3058	12,5	4	152 900
Plotr č.4	Stanoviště zakázkové výroby	3058	24,0	2	146 784
Stanoviště zakázkové výroby	Hotové výrobky	3058	8,5	2	51 986
Plotr č.4 - Celkem	x	x	x	x	418 946

(zdroj: vlastní)

Důležité je si uvědomit, že operátor odnáší na stanoviště rozpracovaný výrobek zároveň s plechy, které potřebuje k dokončení výrobku. Proto i když šel operátor 6 116krát pro materiál, tak z plotru na pracoviště přenášel materiál pouze 3 058krát. Při celkovém počtu 3 058 zpracovaných zakázek za rok 2024 tak celková uražená vzdálenost činí téměř 419 km.

V této kapitole byly provedeny výpočty materiálových toků pro všechny stroje, které se nachází na vybraném pracovišti. Nejdelší tok byl zaznamenán u plotru č.1, jehož celkový součet tras se pohybuje okolo 575 km za rok 2024. Když operátoři realizují většinu zmíněných tras tak dochází ke ztrátám, protože stroje jsou v nečinnosti. Díky průměrné rychlosti chůze tak lze spočítat, kolik bylo těmito pohyby zhruba ztraceno výrobního času. Tento čas je ztrátový a pomocí hodinových sazeb strojů lze spočítat odhadované celkové náklady způsobené materiálovým tokem za rok 2024. Dále lze na základě vypočítaného celkového času potřebného k získání materiálů z regálů určit související náklady s touto činností. Tomuto se věnuje následující kapitola.

8.6 Vyčíslení ztrát z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály v současném stavu

V této kapitole jsou vypočítány náklady spojené s materiálovým tokem a manipulacemi s materiály při zásobování pracoviště. Pro výpočet ztrát způsobených materiálovým tokem je klíčové rozlišení tras na ty, při kterých je stroj v nečinnosti a kdy je v provozu. To se v zásadě liší dle druhu práce vykonávané na vybraném pracovišti. Všechny stroje mají trasy materiálového toku ztrátové, protože při všech těchto trasách jsou stroje v nečinnosti. Je to činnost, kdy operátor zásobuje stroj materiálem nebo materiál vrací zpět do své skladové lokace po ukončení výroby. Operátoři plotru navíc během doby, kdy je stroj v nečinnosti, manipulují s výrobky, takže i tyto trasy působí ztráty. Naproti tomu operátoři vysekávacích strojů využívají čas, kdy je stroj v provozu, k transportu výrobků do regálu určeného pro hotové výrobky a zároveň provádějí dokončovací operace.

S materiálovým tokem souvisí i manipulace s materiály při zásobování pracoviště. Když operátor získává materiál z regálu, je taktěž stroj v nečinnosti a dochází tak k dalším ztrátám. Čas, kdy jsou stroje v nečinnosti, se dá považovat za ztrátový, protože stroj neprodukuje žádné výrobky a nákladová hodinová sazba stroje se počítá bez ohledu na činnost nebo nečinnost stroje. Tyto časy jsou vyčísleny v podkapitolách níže.

8.6.1 Hodinové sazby strojů na vybraném pracovišti

Stroje používané na pracovišti PZ mají různé nákladové hodinové sazby. Sazby jsou klíčové k výpočtu nákladů na materiálový tok a nákladů na manipulaci při získávání materiálů z regálu za rok 2024. Společnost hodinové sazby počítá celkem z pěti nákladových položek. Součet těchto položek tvoří hodinovou sazbu stroje. V následující tabulce 13 jsou tyto sazby uvedeny.

Tabulka 13 Hodinové sazby strojů

Nákladová položka	Plotry č.1,2,3,5 [Kč/h]	Vysek. poloautomaty [Kč/h]	Man. vysek. stroje [Kč/h]	Plotr č.4 [Kč/h]
Mzdový tarif operátora	424 Kč	421 Kč	421 Kč	424 Kč
Energie	202 Kč	315 Kč	33 Kč	202 Kč
Údržba, náhradní díly	51 Kč	92 Kč	8 Kč	51 Kč
Režie - mzdy THP	519 Kč	519 Kč	519 Kč	519 Kč
Ostatní nákladové položky	157 Kč	78 Kč	78 Kč	157 Kč
Celk. hodinová sazba [Kč/h]	1 353 Kč	1 425 Kč	1 059 Kč	1 353 Kč

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 13 vyplývá, že největší hodinovou sazbou disponují vysekávací poloautomaty. Ta činí 1 425 Kč/h. Druhá největší sazba 1 353 Kč/h patří plotrům. Nehraje roli, jestli plotr patří do skupiny, která zpracovává sériovou výrobu, nebo plotr patří k zakázkové výrobě. Obě sazby jsou shodné. Nejmenší sazbou disponují manuální vysekávací stroje. Celková hodinová sazba je tvořena mzdovými náklady na operátora, který stroj obsluhuje. Dále jsou v sazbě započítány náklady na energii, údržbu a náhradní díly strojů, mzdy technickohospodářských pracovníků a ostatní nákladové položky. Mezi ně se například řadí administrativní náklady spojené s tiskem průvodek, výkresů a jiných dokumentů. Lze konstatovat, že mzdové náklady utvářejí většinu z celku hodinových sazeb strojů.

8.6.2 Náklady z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem v současném layoutu

Díky hodinovým sazbám strojů a celkovému počtu ураžených metrů při transportu materiálu je možné vypočítat, jaké byly náklady na materiálový tok v současném layoutu vybraného pracoviště v roce 2024. Výpočet je proveden pro trasy, při kterých je stroj v nečinnosti, protože tyto trasy znamenají ztráty. K tomuto výpočtu je nutná ještě jedna informace, a to je průměrná rychlost chůze, při které jsou operátoři schopni transportovat materiál.

Díky celkovému součtu metrů materiálového toku a průměrné rychlosti je možné přepočítat metry na časovou jednotku a tu pak vynásobit hodinovou sazbou stroje a tím vypočítat náklady na materiálový tok. Rychlost chůze běžného člověka se pohybuje okolo 4 km/h. Ve stísněných výrobních prostorech je pravidlem, že je chůze pomalejší. Proto byla pro přepočet stanovena průměrná rychlost chůze na 3,5 km/h. Při výpočtu je nutné vzít v potaz, při kterých trasách je stroj v nečinnosti, a naopak při kterých je v provozu.

Tabulka 14 Výpočet nákladů způsobených materiálovým tokem v roce 2024

Název stroje	Délka materiálového toku [m]	Přepočet na hodiny [hod]	Sazba stroje [Kč/h]	Náklad [Kč]
Plotr č.1	550 350	157,24	1 353 Kč	212 750 Kč
Plotr č.2	499 782	142,79	1 353 Kč	193 201 Kč
Plotr č.3	348 951	99,70	1 353 Kč	134 894 Kč
Plotr č.4	345 554	98,73	1 353 Kč	133 581 Kč
Plotr č.5	519 393	148,40	1 353 Kč	200 782 Kč
Vysekávací poloautomat č.6	348 217	99,49	1 425 Kč	141 774 Kč
Vysekávací poloautomat č.7	449 338	128,38	1 425 Kč	182 945 Kč
Manuální vysekávací stroj č.8	8 760	2,50	1 059 Kč	2 651 Kč
Manuální vysekávací stroj č.9	3 133	0,90	1 059 Kč	948 Kč
Manuální vysekávací stroj č.10	1 233	0,35	1 059 Kč	373 Kč
Celkem	3 074 711	878,49	x	1 203 900 Kč

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 14 vyplývá, že celkové náklady způsobené materiálovým tokem přesahují 1,2 mil. Kč. Během nečinnosti strojů trval transport materiálů a výrobků přes 878 hodin. Celkové délky materiálového toku se liší od vypočítaných metrů v kapitole 8.5 Sankey diagramy. Do výpočtu jsou totiž zahrnuty jen trasy, při kterých jsou stroje v nečinnosti. Tento počet tras se liší i mezi jednotlivými skupinami strojů. Například operátoři plotrů

určených pro sériovou výrobu transportují výrobky při nečinnosti strojů, naproti tomu operátoři vysekávacích strojů tyto trasy absolvují, když jsou stroje v provozu.

8.6.3 Náklady způsobené prostojem manipulací s materiály při zahájení výroby

Pro zjištění nákladů z činnosti získání materiálů z regálů budou využity průměrné časy manipulací z jednotlivých regálových zón. Autor již uvedl, kolikrát a z jaké zóny byl uvolněn materiál pro zahájení výroby. Poslední nutnou informací k provedení výpočtu je nutná informace o tom, z jaké zóny a pro jakou skupinu strojů byly manipulace provedeny.

Tabulka 15 Součet manipulací ze zón v roce 2024

Skupina strojů	Zelená	Oranžová	Červená
Plotry č.1,2,3,5	3254	6270	2927
Vysekávací poloautomaty	1004	497	2340
Manuální vysekávací stroje	27	52	24
Plotr č.4	1599	4517	0
Celkový počet manipulací	5884	11337	5291
Průměrný čas manipulace [min]	0:04:36	0:07:21	0:08:46
Celková doba trvání manipulací [hod]	451,1	1388,7	773,2

(zdroj: vlastní)

V tabulce 15 je možné spatřit rozdělení počtu manipulací pro skupiny strojů z jednotlivých zón. Při znalosti počtu manipulací u jednotlivých skupin strojů je možné přepočítat, kolik času bylo ztraceno manipulacemi ze všech tří zón a tento údaj spojit se sazbami strojů. Díky tomu lze vypočítat náklady způsobené manipulací s materiály při zásobování strojů u každé skupiny strojů.

Tabulka 16 Výpočet nákladů na manipulaci s materiály v roce 2024

Název zóny	Plotry č.1,2,3,5	Vysek. poloautomaty	Man. vysek. stroje	Plotr č.4
Zelená zóna	249,5	77,0	2,1	122,6
Oranžová zóna	768,1	60,9	6,4	553,3
Červená zóna	427,7	341,9	3,6	0,0
Celkový počet hodin	1445,3	479,8	12,1	675,9
Sazba strojů	1 353 Kč	1 425 Kč	1 059 Kč	1 353 Kč
Celkové náklady na manipulaci	1 955 448 Kč	683 671 Kč	12 769 Kč	914 523 Kč

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 16 je patrné, jaké ztráty způsobila manipulace s materiálem. Nejvíce hodin zabraly manipulace z oranžových zón. Největší náklady vyprodukovala skupina strojů plotrů

určených pro sériovou výrobu. Pod tuto skupinu spadají celkem 4 stroje, tudíž mají i nejvíce manipulací s materiálem. Nejvíce manipulací bylo z oranžové zóny. Celkem bylo manipulacemi ztraceno 2 613 hodin. Při sečtení nákladů u všech skupin strojů činí celková částka 3 566 411 Kč.

9 SHRUTÍ ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU

Autor v rámci analýzy současného stavu nejprve popsal 3 hlavní druhy práce vykonávané na vybraném pracovišti. Následně provedl 3 snímky pracovního dne, které zároveň propojil se spaghetti diagramy operátorů. Snímky byly pořízeny u všech tří hlavních druhů práce, které jsou vykonávané na vybraném pracovišti. Z výsledků snímků pracovního dne byla identifikována nejdelší činnost, při které je stroj v nečinnosti a dochází tak k prostojům. Zároveň byly pomocí snímků rozklíčovány rozdíly v průběhu výrobního procesu mezi druhy práce.

Nejdelším prostojem byla identifikována činnost získání materiálů z regálů. Tato činnost je vykonávána před zahájením nové výroby. Operátor musí najít a vzít materiál z regálu, který je následně dopraven na stroj. Jednotlivá patra regálu byla roztržena do tří zón, podle náročnosti přístupu operátora do regálu. Při manipulaci s materiálem v každé zóně bylo pořízeno 30 náměrů, ze kterých byl stanoven průměrný čas na manipulaci. Tato problematika je dále zkoumána v modifikované XYZ analýze. Nejprve byly představeny všechny regály a roztržení jejich pater do zón. Bylo zjištěno, že na pracovišti se nachází celkem 307 skladovacích lokací a z toho je 142 v zelené zóně, 70 v oranžové a 95 v červené zóně. Jednotlivé počty obrátek v zónách byly roztrženy do intervalů a následně zobrazeny v histogramech. Bylo zjištěno, že 50 % všech uvolnění materiálů do výroby v roce 2024 pocházelo z oranžové zóny. To značí, že se vysokoobrátkové materiály nenacházejí v nejlépe přístupné zelené zóně.

Pro znázornění všech materiálových toků byly vytvořeny Sankey diagramy pro jednotlivé stroje. Vzdálenosti strojů od regálů a jiných objektů byly propojeny s četností pohybu na dané trase za rok 2024. Díky tomu pak mohly být vypočítány celkové délky materiálových toků pro jednotlivé stroje za rok 2024. Délky tras materiálových toků, při kterých jsou stroje v nečinnosti a dochází tak k prostojům, byly využity k vypočítání nákladů způsobených materiálovým tokem při prostojích strojů. Částka byla vyčíslena na 1 203 900 Kč za rok 2024 a nakonec byly vyčísleny náklady na manipulaci s materiály při startu výroby u jednotlivých skupin strojů. Největší náklady byly zaznamenány u plotrů určených pro sériovou výrobu. Částka činí 1 955 448 Kč za rok 2024. Po sečtení nákladů u všech skupin strojů, činí celková částka na manipulaci 3 566 411 Kč za rok 2024.

10 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

V této části se autor věnuje projektovému řešení zpracovávaného tématu. Cílem projektu je snížit náklady vzniklé z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů alespoň o 10 %. Díky analýze současného stavu byly odhaleny klíčové příčiny, jak tyto náklady vznikají. V kapitole jsou postupně představeny 3 návrhy nového layoutu vybraného pracoviště. Návrhy jsou v kapitole uspořádány podle rozsahu změn v layoutu. Nejprve jsou představeny 2 návrhy s drobnými změnami uspořádání pracoviště, které však mohou přinést významná zlepšení. Posledním návrhem je komplexní změna layoutu s přestěhováním výroby do nových prostor. Všechny návrhy jsou podrobeny finančnímu zhodnocení, přičemž rozhodujícím kritériem je úroveň nejnižších nákladů na transport a manipulaci s materiály v porovnání s dobou návratnosti nákladů, které jsou potřeba vynaložit na změnu layoutu. Tyto náklady jsou vypočítány pro stejný objem výroby na základě historických dat z roku 2024, ze kterých vychází analýza současného stavu.

K zajištění správného průběhu projektu je však nejprve potřeba definovat přesné zadání projektu a časový harmonogram projektu. Pro odhalení rizik spojených s realizací projektu byla provedena riziková analýza.

10.1 Zadání projektu

V této podkapitole je popsáno konkrétní zadání projektu Návrh nového layoutu vybraného pracoviště. Inicie projektu pochází přímo od majitelů společnosti Kalina industries s.r.o., kteří jsou tedy zadavateli projektu. Již zmíněným cílem projektu je snížit náklady vzniklé z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů alespoň o 10 %. Následující tabulka 17 zobrazuje projektový list.

Tabulka 17 Projektový list

Název projektu:	Návrh změny layoutu vybraného pracoviště
Zadavatel projektu:	Majitelé společnosti Kalina industries s.r.o.
Cíl projektu:	Snížení nákladů vzniklých z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů alespoň o 10 %.
Dílčí cíle:	Snížení vzdáleností při zásobování strojů
	Snížení časové náročnosti činnosti manipulace s materiály při zásobování strojů
	Vytvoření tří variant layoutu, jejich finanční zhodnocení, porovnání a výběr finální varianty
Kontrolní metriky:	Snížení celkových nákladů pracoviště na materiálový tok o 10 % oproti současnému stavu
	Snížení celkových nákladů pracoviště na manipulaci s materiály při zásobování strojů o 10 %
Projektový tým:	Projektový manažer - Ekonomický ředitel
	Průmyslový inženýr
	Vedoucí střediska PZ
	IT manažer
Termín realizace:	Průmyslový inženýr - stážista
	15.10.2024 - 22.4.2025

(zdroj: vlastní)

V tabulce 17 lze dále spatřit dílčí cíle projektu. K dosažení cíle projektu je nutné snížit vzdálenosti při zásobování strojů. Dále je nutné snížit časovou náročnost činnosti manipulace s materiály při zásobování strojů. Nakonec se musí vytvořit tři varianty layoutu vybraného pracoviště, které budou finančně zhodnoceny, porovnány mezi sebou a bude z nich vybrána finální varianta layoutu vybraného pracoviště. Kontrolou pro sledování naplnění cíle jsou výše celkových nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů. Projektový tým se skládá z celkem 5 osob. Roli projektového manažera zastává ekonomický ředitel společnosti. Dále projektový tým tvoří průmyslový inženýr, vedoucí střediska PZ, IT manažer a průmyslový inženýr – stážista.

10.2 Harmonogram projektu

Tato podkapitola popisuje harmonogram projektu Návrh změny layoutu vybraného pracoviště. Projekt je celkem složen z 11 činností. Projekt začal ve 42. týdnu v roce 2024 a jeho ukončení proběhlo v 17. týdnu roku 2025. V příloze *P XI: HARMONOGRAM PROJEKTU* je možné spatřit celý harmonogram projektu. V levé části jsou uvedeny

jednotlivé aktivity, ze kterých se projekt skládá. V pravé části je zobrazeno pořadí týdnů, ve kterém dané aktivity probíhaly. Barevná pole zobrazují trvání jednotlivých aktivit a představují Ganttův diagram. První aktivitou byla příprava na analýzu současného stavu. Nejdelší aktivitou byla tvorba variant layoutu, která trvala celkem 6 týdnů. Poslední aktivitou, která je zároveň vyznačena v Ganttově diagramu zeleně, bylo ukončení projektu. Tato činnost je poslední aktivitou v rámci tohoto projektu. Na tento projekt bezprostředně naváže další projekt, který se bude zabývat převedením návrhu do reálné podoby.

10.3 Analýza rizik

Každá realizace projektu sebou nese rizika, která mohou průběh projektu zkomplikovat či zcela projekt ohrozit. Proto je nutné tato rizika identifikovat a proti závažným rizikům připravit opatření, která zabrání vzniku rizika. Pro analýzu rizik zvolil autor diplomové práce metodu RIPRAN. Tato metoda spočívá v identifikaci rizik, kterým je přiřazen scénář, který popisuje možný průběh a důsledky, pokud riziko nastane. Pravděpodobnosti vzniku rizik jsou rozděleny do tří skupin podle hodnoty pravděpodobnosti vzniku. Dále se k riziku přiřazuje dopad, který popisuje jeho vliv na projekt. Rozdělení pravděpodobností a dopadů bylo určeno na základě historických zkušeností projektového týmu. Pravděpodobnosti jsou rozděleny následujícím způsobem.

- MP – malá pravděpodobnost: 0–15 %
- SP – střední pravděpodobnost: 16–69 %
- VP – vysoká pravděpodobnost: 70–100 %

Stejně jako pravděpodobnosti i dopady jsou rozděleny do tří intervalů.

- MD – malý dopad: 0–4 %
- SD – střední dopad 5–24 %
- VD – velký dopad 25–100 %

Pravděpodobnosti a dopady lze sloučit do matice, která určuje hodnotu rizika. Výsledkem je tedy matice hodnocení rizik, která je zobrazena v tabulce 18.

Tabulka 18 Matice hodnocení rizik

(zdroj: vlastní)

		Dopad		
		MD	SD	VD
Pravděpodobnost	MP	NHR	NHR	SHR
	SP	NHR	SHR	VHR
	VP	SHR	VHR	VHR

V tabulce 18 je možné vidět matici hodnocení rizik. Z matice plyne, že čím menší pravděpodobnost a dopad riziko má, tím je jeho hodnota nižší. Naopak s rostoucí pravděpodobností a dopadem na projekt se hodnota rizika zvedá. V příloze *P XII: RIPRAN ANALÝZA* je zobrazena RIPRAN analýza projektu Návrh změny layoutu vybraného pracoviště. Celkem bylo identifikováno 5 hrozeb, které mohou projekt negativně ovlivnit. S nízkou hodnotou rizika byla identifikována jedna hrozba, a to nedostatečná podpora vedení společnosti. Vedení společnosti může snížit prioritizaci projektu mezi ostatními projekty, které jsou ve společnosti realizované zároveň, a může tak dojít k prodloužení termínu realizace projektu. Jako preventivní opatření byla zvolena pravidelná prezentace dosavadních výsledků vedení společnosti.

Se střední hodnotou rizika byly identifikovány 2 hrozby. Chyby při sběru dat a nedodržení harmonogramu projektu. Pokud by došlo k chybnému posbírání dat, došlo by ke zkreslení výsledků analýzy současného stavu, což povede k chybným návrhům layoutu. Křížová kontrola dat by měla tomuto riziku zabránit. Členové projektového týmu si navzájem zkontrolují posbíraná data a zveřejní jejich správnost. Pokud by členové projektového týmu nepracovali na projektu, mohlo by dojít k nedodržení harmonogramu projektu. Zabránit by tomu mělo pravidelné vykazování odvedené práce na projektu členy projektového týmu.

Posledními hrozbami jsou rizika s vysokou hodnotou. Těmi jsou chybné vyhodnocení analýzy současného stavu a nezohlednění technologických omezení. Pokud by byla analýza současného stavu vyhodnocena chybně, nedošlo by tak k identifikaci oblastí, které lze díky novému layoutu vybraného pracoviště zlepšit. Zabránit této hrozbě by mělo pečlivě

vyhodnocení dat projektovým týmem, který k vyhodnocení dat zorganizuje celkem 7 schůzek ve dvou týdnech, které jsou harmonogramem projektu určeny k vyhodnocení analýzy současného stavu. Žádný stroj nemůže být funkční bez infrastruktury, kterou například tvoří rozvod elektřiny a vzduchového potrubí. Proto musí být umístění strojů v layoutu naplánováno v souladu s infrastrukturou výrobní haly. K tomu by měla dopomoci technická validace návrhů layoutu.

11 NÁVRHY VARIANT LAYOUTU VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ

V této kapitole jsou postupně představeny tři varianty layoutu vybraného pracoviště. Pořadí variant je stanoveno podle náročnosti změn pracoviště. První dvě varianty zobrazují změněný layout ve stávajících prostorech vybraného pracoviště. Poslední varianta představuje návrh layoutu v nových výrobních prostorech, které vzniknou expanzí společnosti KALINA industries s.r.o. do výrobní haly sousedící firmy. Varianty jsou zaměřeny na snížení plýtvání, které vzniká zásobováním strojů. Operátoři stroje zásobují, když jsou stroje v nečinnosti, a proto lze tyto cesty označit za plýtvání. Kromě dopravy materiálů ke strojům vzniká plýtvání i při manipulaci s materiály, když se vychystávají z regálů, aby mohly být následně dopraveny ke strojům. Tato plýtvání lze považovat za ztrátové časy, které zvyšují provozní náklady společnosti, protože stroje nevyrábí a jedná se tak o ztracený čas, který mohl být užitečně využit k výrobě dalších zakázek.

Pro výpočet ztrát způsobených manipulací a materiálovým tokem v nových návrzích layoutu byla použita stejná data jako při analýze současného stavu. To zajistí přímé srovnání časů strávených transportem a manipulací s materiály mezi současným layoutem a jeho novými variantami. Navrhnuté varianty jsou pak porovnány mezi sebou a je z nich vybrána jedna finální varianta. Jako kritérium pro výběr finální varianty byla zvolena úroveň nejnižších nákladů na transport a manipulaci s materiály v porovnání s dobou návratnosti nákladů, které jsou potřeba vynaložit na změnu layoutu.

11.1 Varianta A

První ze tří navrhovaných variant nového layoutu vybraného pracoviště je varianta A. Tato varianta je zaměřena na drobné změny v layoutu, které však mohou přinést významné změny. Pokud jsou v layoutu pracoviště prováděny jen malé změny, tak investice do přeskládání rozložení strojů a dalších objektů nedosahují takových výšin, jako u kompletní reorganizace layoutu. Tato varianta je zaměřena na zkrácení materiálového toku mezi plotry a stanovištěm dokončovacích operací.

Dokončovací operace provádí pracovník na stanovišti, které je určené pro tyto dokončovací operace. Toto stanoviště disponuje třemi stoly, přičemž na jednom se nachází malý ruční lis. Dále je varianta zaměřena na zkrácení trasy mezi stanovištěm zakázkové výroby a plotrem č.4, který je využíván pro účely zakázkové výroby. Regály M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 jsou nejvytíženější regály z celého pracoviště. Dále se tato varianta zaměřuje na snížení času manipulací s materiály během zásobování strojů pomocí

být přesunut plotr č.3 na místo, které se uvolní po přestěhování plotru č.4. Je tedy jasné, že v této variantě se musí pro změnu layoutu přestěhovat 2 stroje a 3 stoly.

11.1.2 Změny v materiálovém toku a manipulaci s materiály ve variantě A

Přesunutí dvou plotrů a stanoviště dokončovacích operací přinese změny v délce materiálových toků u všech plotrů. Změna polohy stanoviště dokončovacích operací zkrátí dobu, kdy plotry nejsou v provozu, když operátoři odnášejí výrobky na toto stanoviště. Také se zkrátí doba, kterou tráví operátor zakázkové výroby na trase mezi stanovištěm zakázkové výroby a plotrem č.4. Nevýhodou této varianty je, že přesunutím stroje č.4 dojde k prodloužení vzdáleností mezi regály M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15. Nicméně zkrácení tras mezi plotry a stanovištěm dokončovacích operací převažuje vzdálenost plotru č.4 a regály. I když se tato vzdálenost zvýší, tak celkový materiálový tok se zkrátí a tím se i sníží náklady způsobené materiálovým tokem. K dalšímu prodloužení trasy dochází u vzdálenosti mezi stanovištěm dokončovacích operací a regálem s hotovými výrobky. Také dochází k úpravám vzdáleností mezi regály a přesunutým plotrem č.3. Následující tabulka 19 nabízí srovnání délek materiálového toku mezi současným layoutem a variantou A.

Tabulka 19 Srovnání délek materiálového toku u plotrů mezi současným layoutem a variantou A

Trasa	Současný layout [m]	Varianta A [m]	Rozdíl [m]
Celkový součet ураžených vzdáleností mezi plotry a regály	1 688 998	1 750 814	61 816
Celkový součet ураžených vzdáleností mezi dokončovacími operacemi, plotry a regálem pro hotové výrobky	575 032	267 907	-307 125
Celkem	2 264 030	2 018 721	-245 309

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 19 plyne, že i když se zvýšila celková vzdálenost mezi plotry a regály o 61 816 metrů, tak celková vzdálenost mezi dokončovacími operacemi, plotry a regálem pro hotové výrobky se snížila významněji o 307 125 metrů. To znamená, že by při použití této varianty došlo ke zkrácení vzdáleností o 245 309 metrů, což odpovídá zlepšení o 10,84 %.

Kromě rozmístění strojů se tato varianta zabývá i rozmístěním materiálů v regálech M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15. Cílem je přesunout materiály s nejvyššími počty obrátek do zelené zóny, a naopak méně obrátkové přeložit do zóny oranžové. Materiály se seřadí od

nejvyššího počtu obrátek po nejmenší. Celkem je v těchto dvou regálech uloženo 75 materiálů a regály nabízí 39 pozic v zelené zóně a 36 v zóně oranžové. Pro přesunutí materiálů je nutné přeskládat celkem 61 palet. To znamená, že pouze 14 palet s materiály zůstane na svém místě. Následující tabulka 20 zobrazuje změny v době trvání manipulace s materiály mezi současným layoutem a variantou A.

Tabulka 20 Srovnání časů na manipulaci s materiály v regálech M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 mezi současným layoutem a variantou A

Layout	Obrátky zelená zóna	Obrátky oranžová zóna	Čas zelená zóna [h]	Čas oranžová zóna [h]	Čas celkem [h]
Současný	2525	8413	193,6	1030,6	1224,2
Varianta A	8866	2072	679,7	253,8	933,5
Rozdíl	6341	-6341	486,1	-776,8	-290,6

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 20 vyplývá, že reorganizací skladování materiálů v regálech M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 dojde celkem k úspoře 290,6 hodin. Průměrný čas na manipulaci byl vypočítán v kapitole 8.3 Náměry činnosti získání materiálu z regálu a vyplynulo, že manipulace s materiálem v zelené zóně trvá 4 minuty a 36 vteřin. Pro oranžovou zónu činí průměrný čas 7 minut a 21 vteřin. Proto, pokud by byly materiály přeskládány došlo by k rapidnímu nárůstu počtů obrátek ze zelené zóny a tím by došlo k časové úspoře o 23,74 %.

11.2 Varianta B

Druhou ze tří variant je varianta B. I v tomto návrhu jsou stroje přeskládány v současných prostorech společnosti. Navrhované změny v layoutu se netýkají jen rozmístění strojů a dalších objektů, ale i organizace práce v rámci dokončovacích operací. V současném layoutu operátoři odnášejí výrobky na stanoviště dokončovacích operací. V této variantě layoutu jsou využity mobilní vozíky umístěné v blízkosti plotrů, na které operátoři položí výrobky a dokončovací operaci provede pracovník dokončovacích operací přímo u stroje. Logika změny rozmístění plotrů je stejná jako v předchozí variantě A. Snahou je přiblížit plotr č.4

místo, které se uvolní přesunutím plotru č.4, aby se plotr č.1 do tohoto prostoru vešel, musí být přesunut s plotrem č.4 i plotr č.5. V této variantě se počítá pouze s jedním manuálním vysekávacím strojem, zbylé dva budou prodány a na místo, které se uvolní, může být přestěhován regál z lisovny M-B-01 – M-B-09. Ten je vyšší než ostatní regály na pracovišti a měří 6 150 mm. Tato část výrobní haly se však již nachází v části, s vyšším stropem s celkovou výškou 8 metrů, a proto není problém regál do těchto míst umístit. Zároveň bude uložení materiálů v regálu reorganizováno stejným způsobem jako regály M-K-01–M-K-09 a M-K-01–M-K-15 ve variantě A. I tyto regály budou opět přeskládány stejně jako ve variantě A.

Stanoviště dokončovacích operací projde razantní změnou. Zůstane pouze velký stůl s lisem a dokončovací operace již nebudou prováděny na jednom místě, ale flexibilně. Pro zkrácení tras mezi plotry a stanovištěm dokončovacích operací budou k plotrům umístěny malé pojízdné vozíky, na které operátoři plotrů umístí výrobky. Pracovník dokončovacích operací pak vykoná operaci přímo u stroje a následně odnese hotové výrobky do regálu pro hotové výrobky. Pojízdné vozíky jsou označeny písmenem D a jsou v layoutu umístěny v blízkosti plotrů.

11.2.2 Změny v materiálovém toku a manipulaci s materiály ve variantě B

Změna rozmístění strojů změní celkovou délku materiálového toku a reorganizace regálů M-B-01–M-B-09, M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 celkový čas strávený manipulací s materiály při zásobování strojů. Přiblížení prvního zmíněného regálu blíže ke strojům taktéž zajistí zkrácení materiálového toku. V současném layoutu je od tohoto regálu nejvzdálenějším strojem vysekávací poloautomat č.7 se vzdáleností 87,5 metrů. V této variantě layoutu činí jeho vzdálenost 37 metrů, takže je zřejmé, že dojde k výraznému zkrácení celkového materiálového toku, protože se logicky regál přiblíží i ostatním strojům. Mírnou nevýhodou varianty zůstává stejně jako v předchozím návrhu prodloužení vzdáleností mezi plotrem č.4 a regály M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15. Ve variantě B se ale plotr nachází blíže k regálům než ve variantě A. V předchozí variantě A zkrácení tras mezi plotry a stanovištěm dokončovacích operací převážilo prodloužení vzdáleností mezi plotrem č.4 a regály. Tudíž je zřejmé, že i když v této variantě B taktéž dojde k prodloužení těchto tras oproti současnému stavu, tak zkrácení tras mezi plotry a dokončovacími operacemi opět přinese zkrácení celkového materiálového toku. Následující tabulka 21 zobrazuje srovnání délek materiálového toku mezi současným layoutem a variantou B.

Tabulka 21 Srovnání délek materiálového toku mezi současným layoutem a variantou B

Trasa	Současný layout [m]	Variant A [m]	Rozdíl [m]
Celkový součet ураžených vzdáleností mezi stroji a regály	2 476 094	2 059 858	-416 236
Celkový součet ураžených vzdáleností mezi dokončovacími operacemi, stroji a regálem pro hotové výrobky	598 617	185 537	-413 080
Celkem	3 074 711	2 245 395	-829 316

(zdroj: vlastní)

Tabulka 21 zobrazuje srovnání délek materiálového toku mezi současným layoutem a variantou B. Na rozdíl od varianty A se změny v materiálovém toku netýkají pouze plotrů, ale týkají se všech strojů. Přesunutím regálu M-B-01–M-B-09 dochází ke změně vzdáleností mezi tímto regálem a všemi stroji, které z něho používají materiál. Proto jsou v tabulce 21 uvedeny vzdálenosti mezi všemi stroji a regály. Ke zkrácení vzdáleností dochází jak mezi stroji a regály, tak i mezi stroji, dokončovacími operacemi a regálem pro hotové výrobky. Navrhované změny snižují celkovou délku materiálového toku o 829 316 metrů. Pokud by tedy byla použita tato varianta došlo by ke zkrácení materiálového toku o 26,97 %.

Regál M-B-01–M-B-09 obsahuje materiály v zelené a červené zóně. Při přesunu regálu je potřeba všechny palety s materiály z regálu vyjmout a regál následně demontovat. Po opětovném složení regálu v prostorech vybraného pracoviště musí být palety opět navedeny do regálu. Při této příležitosti budou materiály v regálu poskládány tak, že materiály s nejvyšší obrátkou budou v zelené zóně a méně obrátkové materiály v zóně červené. Regál obsahuje celkem 54 skladovacích míst. Z toho je 18 míst v zelené zóně a 36 v červené zóně. Rozdělení pozic v regálech M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 zůstává stejné jako ve variantě A. Následující příloha *P XIII SROVNÁNÍ ČASŮ NA MANIPULACI S MATERIÁLY V REGÁLECH M-B-01–M-B-09, M-K-01–M-K-09 A M-K-10–M-K-15 MEZI SOUČASNÝM LAYOUTEM A VARIANTOU B* zobrazuje, jak se změní celkové časy na manipulaci s materiály v těchto regálech při přeskládání materiálů podle počtu obrátek.

Z přílohy plyne, že přeskládáním materiálů s nejvyšším počtem obrátek lze dosáhnout časové úspory 368,8 hodin při manipulaci s materiály. Aby této úspory bylo možné docílit, tak je nutné vyměnit skladovací pozice u 78 materiálů. Reorganizací regálů dojde ke snížení času potřebného k manipulaci v červené a oranžové zóně. Tyto časy průměrně trvají 8 minut

a 46 vteřin v červené zóně a 7 minut a 21 vteřin v oranžové zóně. V současném layoutu trvala manipulace v červené zóně 320,6 hodin, díky přeskládání materiálů by se čas v této variantě snížil na 156,1 hodin. V oranžové zóně dojde stejně jako ve variantě A k redukci času a to z 1030,6 hodin na 253,8 hodin. Žádoucí je, aby na úkor červené a oranžové zóny vzrostly manipulace v zelené zóně. I přesto, že většina skladovacích pozic se v těchto regálech nachází v červené nebo oranžové zóně, tak přeskládáním lze zajistit růst v zelené zóně ze 216,9 hodin na 789,4 hodin. Celkově se díky celkové úspoře 368,8 hodin jedná o zlepšení 23,52 %.

11.3 Varianta C

Posledním třetím návrhem je varianta C. Tato varianta oproti předchozím variantám počítá s přestěhováním celého pracoviště do nové výrobní haly. Do nové haly plánuje společnost KALINA industries s.r.o. přesunout některá střediska a tato varianta právě počítá s přesunem vybraného střediska PZ do nové výrobní haly. Nová výrobní hala má rozlohu 1500 m² a společnost, která v ní sídlila se zaměřovala na výrobu plotrů a poloautomatických vysekávacích strojů. Takže v budově je již částečně vybudovaná infrastruktura pro tyto stroje. To je velká výhoda, protože náklady na vybudování infrastruktury ke strojům nebudou enormní. Společnost, která halu opustí si ji ponechá ve vlastnictví a společnosti KALINA industries s.r.o. ji bude pronajímat.

Radikální změnou je v této variantě změna způsobu zásobování plotrů a vysekávacích poloautomatů. V současném layoutu si každý operátor zajišťuje zásobování sám pro svůj stroj, který obsluhuje. V této variantě C je navržena změna organizace práce na plotrech, která zajistí, že ze dvou operátorů plotrů se stanou logističtí zásobovači strojů. Zásobovači dopravují materiály ke strojům do tzv. bufferů. Buffery jsou vyhrazené místo u strojů, kam jsou dopravovány materiály, ze kterých mají být vyrobeny výrobky. Lze si je představit jako frontu práce. Z této fronty si materiály vezmou operátoři plotrů a po ukončení výroby zase materiály do bufferu vrátí, aby je logistickí odvezli. V dosavadním layoutu působili u plotrů celkem 4 operátoři.

Při použití dat z roku 2024 je jasné, že řezací plotry určené pro sériovou výrobu a vysekávací poloautomaty zpracovaly dohromady 16 292 zakázek. V roce 2024 bylo celkem 252 pracovních dní. To znamená, že plotry zpracovaly průměrně kolem 50 zakázek denně. Vysekávací poloautomaty průměrně kolem 15 zakázek denně. Při sečtení časů stráveného dopravou materiálů v kapitole 8.2.2 Řezací plotry v tabulce 4 vychází, že operátor plotru

potřeboval na transport a manipulaci s materiály průměrně 9 minut a 21 vteřin na jednu zakázku. Při zásobování 4 plotrů by tak denní průměrný čas na dopravu a manipulaci s materiály byl při 50 zakázkách celkem 7 hodin a 47 minut. Jenže v této variantě je plánováno zásobování šesti strojů, a navíc je pravděpodobné, že odstraněním prostojů spojených s dopravou a manipulací s materiály dojde k navýšení množství zpracovaných zakázek na strojích. Z toho vyplývá, že při časovém fondu 8 hodin pro jednoho logistika je nemožné zásobovat 6 strojů jedním logistikem, ale musí být logistici 2.

Snížení počtu operátorů ze 4 na 2 u plotrů je možné. Z tabulky 4 vychází, že činnosti spojené se zahájením a ukončením výroby vychází průměrně na 4 minuty a 28 vteřin na zakázku. Pokud tedy operátor bude obsluhovat 2 stroje, které vyrobí 50 % zakázek z průměrného počtu 50 za den, tak čas spojený se zahájením a ukončením výroby vychází na 1 hodinu a 51 minut. Takže je reálné, aby jeden operátor obsluhoval 2 stroje zároveň. Zbylý čas nestráví operátoři čekáním na stroj, ale budou se podílet na dokončovacích operacích, než stroj dokončí svůj cyklus. Předtím operátor kvůli dopravě a manipulaci s materiály způsobil 2 hodiny a 39 minut prostojů plotru. Díky tomu, že budou stroje zásobovány logistiky budou tyto prostoje eliminovány a čas může být využit k navýšení počtu zpracovaných zakázek.

11.3.1 Layout varianty C

K tomu, aby 2 operátoři zvládali obsluhu více strojů zároveň dopomůže natočení plotrů proti sobě, aby byly přístupné z jednoho místa. Zkrátka se utvoří dvojice plotrů, které je možné obsluhovat z jednoho místa. V příloze *P XIV LAYOUT VARIANTA C* je možné spatřit layout poslední varianty C. Zelené šipky značí směry zásobování strojů. První dvojici tvoří plotry č.5 a č.2. Druhou dvojici tvoří plotry č.1 a č.3. V levé části layoutu je umístěn plotr č.4, spadající pod zakázkovou výrobu, který je v blízkosti stanoviště zakázkové výroby. Z předchozí varianty B je přenesen koncept zjednodušení dokončovacích operací. Výrobky budou v této variantě umísťovány na pracovní stoly, na kterých dokončovací operaci provede pracovník dokončovací operace a nově mu ve volných chvílích budou pomáhat i operátoři plotrů. Tyto stoly jsou označeny písmenem D. Po zhotovení výrobku budou výrobky přenášeny do regálu pro hotové výrobky, který je umístěn ve spodní části layoutu.

Výrazná změna nastává při zásobování plotrů č.1,2,3,5 a vysekávacích poloautomatů. U těchto strojů je vyhrazené místo nazvané buffer, kam budou logistiky dopravovány materiály. Po skončení výroby operátoři umístí materiál zase do bufferu a odtud logistici

materiál vrátí zpět do regálů. Vysekávací poloautomaty se oproti současnému layoutu pootočí o 180°. Tím se zajistí kratší vzdálenosti mezi regály a místy pro vkládání materiálů do poloautomatů. Stejně jako v předchozí variantě B se nepočítá s manuálními vysekávacími stroji č.9 a č.10, které se prodají a jejich kapacitu vykryje stroj č.8. Jak vyplynulo z analýzy současného stavu, tak současná kapacita skladu je nedostačující, protože některé materiály jsou umístěny ve dvou regálech M-B-01–M-B-09 a M-C-01–M-C-12, které se nachází v lisovně. V této variantě jsou všechny regály přesunuty blíže ke strojům na pracoviště. Jenže nová hala má výšku stropu pouze 3 500 mm, a proto nemohou být použity stejně vysoké regály, jaké se nacházejí na lisovně. Regály na lisovně měří 6 150 mm. Proto se obsah těchto dvou regálů rozdělí do 4 nových regálů s výškou 2 700 mm. Tím se i zvedne počet skladovacích míst v regálu. Celkem bude k dispozici 412 skladovacích míst a z toho jich bude materiály obsazeno 307. Zaplněnost skladu tak klesne ze 100 % na 74,5 %.

Jelikož se budou po pracovišti pohybovat 2 logisticy musí se zvýšit šířka uliček komunikací z původních 1 800 mm na 3 000 mm. To zajistí, aby si logisticy v uličce nepřekáželi. Komunikace jsou v layoutu vyznačeny červeně. V předchozích variantách se počítá se zachováním současné plochy pracoviště 495 m². V této variantě změny způsobí nárůst plochy pracoviště z 495 m² na 725 m². Což znamená nárůst plochy o 46,5 %.

11.3.2 Změny v materiálovém toku a manipulaci s materiály ve variantě C

Přesunutí zásobování strojů na logistiku přináší velkou úsporu v délce materiálového toku. V současném layoutu si stroje zásobují operátoři, tím ale vznikají prostoje, protože během transportu a manipulací s materiály stroje nevyrábí. V této variantě je plánováno, že 6 z 8 strojů budou zásobovat právě logisticy. Plotr č.4 a manuální vysekávací stroj č.8. budou nadále zásobovat operátoři. Stroje, které budou zásobovány logistiky, budou mít ve své blízkosti buffery. To zajistí enormní zkrácení tras operátorů při zásobování strojů, jelikož se budou materiály nacházet v těsné blízkosti strojů a při výměně materiálů na strojích budou muset operátoři urazit jen velmi malé vzdálenosti k bufferu. Pokud se výrazně zkrátí trasy operátorů s materiály, tak dojde ke snížení prostojů a tím se sníží náklady způsobené materiálovým tokem. Umístění bufferů je koncipováno tak, aby buffery byly umístěné maximálně 5 metrů od místa, kde se vkládá do stroje materiál. Organizování výroby bude záležet na logistických. Jejich úkolem bude u plotrů neustále udržovat hladinu tří materiálů ve frontě čekajících na zpracování. U vysekávacích poloautomatů stačí vzhledem k menšímu dennímu počtu zpracovaných zakázek udržovat ve frontě 1 materiál. Následující tabulka 22 nabízí srovnání délek materiálového toku mezi současným layoutem a variantou C.

Tabulka 22 Srovnání délek materiálového toku mezi současným layoutem a variantou C

Trasa	Současný layout [m]	Variant A [m]	Rozdíl [m]
Celkový součet ураžených vzdáleností mezi stroji a regály nebo buffery	2 476 094	449 546	-2 026 548
Celkový součet ураžených vzdáleností mezi dokončovacími operacemi, stroji a regálem pro hotové výrobky	598 617	288 217	-310 400
Celkem	3 074 711	737 763	-2 336 948

(zdroj: vlastní)

Z předchozí tabulky 22 plyne, že v této variantě C dojde především díky bufferům k rapidnímu poklesu ураžených metrů. Umístění bufferů výrazně zkracuje celkové ураžené vzdálenosti mezi stroji a regály nebo buffery. Celkově se tak materiálový tok díky této variantě zkrátí o více než 2 miliony metrů. To znamená zkrácení celkového materiálového toku o 76,02 %. Změny nastanou i v manipulaci s materiály. Většinu manipulací s materiály budou provádět logisticy, kteří se budou starat o to, aby stroje nečekaly na materiál. Jelikož stroje nebudou při těchto manipulacích v nečinnosti, tak se jedná o úsporu času oproti současnému stavu. Jediné manipulace v regálech, při kterých zůstanou stroje v nečinnosti budou provádět operátoři při obsluze strojů č.4 a č.8. I přesto budou při stěhování skladu materiály seřazeny dle frekvence obrátek ve všech regálech. Materiály s nejvyššími počty obrátek budou umístěny do zelené zóny, a naopak v červené budou materiály s nejnižšími obrátkami. To sníží čas manipulace potřebný při zásobování plotru č.4 a manuálního vysekávacího stroje č.8. Zároveň reorganizace skladu usnadní práci logistikům.

Regály M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 budou reorganizovány stejným způsobem jako ve variantě A. Materiály v dalších regálech budou roztříděny dle počtu obrátek a přeskládány mezi sebou. Nastanou přesuny materiálů mezi jednotlivými regály. Cílem je dostat materiály s nejvyššími počty obrátek do zelených zón bez rozdílu na jeho předchozím umístění. Pro logistiku není prioritní vzdálenost regálů od strojů, ale manipulace s materiály, a proto potřebují mít nejfrekventovanější materiály v zelené zóně. Materiály z regálů M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 nebudou do mezi regálových přesunů zahrnuty z důvodu, aby nebyly přestěhovány materiály, které využívá plotr č.4. K seřazení materiálů v této variantě je potřeba provést celkem 248 přesunů mezi jednotlivými zónami.

12 FINANČNÍ ZHODNOCENÍ VARIANT A VÝBĚR FINÁLNÍ VARIANTY

V této kapitole autor finančně zhodnocuje všechny tři předešlé navrhnuté varianty. Každá z navrhnutých variant přináší určitou úsporu nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály. S realizací každé varianty však vznikají náklady, které je potřeba vynaložit na realizaci navrhnuté varianty layoutu. Procentuální hodnoty úspor lze převést na uspořené peníze, které by změna layoutu přinesla. Ze tří navržených variant musí být vybrána jedna varianta, která bude převedena do reálné podoby.

12.1 Finanční zhodnocení varianty A

V této variantě se u délky materiálového toku změnily pouze vzdálenosti, které se týkají plotrů. Při převedení uspořených 245 309 metrů na čas, když průměrná rychlost chůze činí 3,5 km/h a vynásobením hodinové sazby plotrů, která činí 1 353 Kč, je tak vypočítána uspořená částka ve výši 94 829 Kč. Tato hodnota znamená, že při této variantě layoutu by byly náklady způsobené materiálovým tokem o 94 829 Kč menší než v současném layoutu.

U manipulací s materiály je výpočet složitější. Z přeskládaných regálů používají materiály i jiné stroje než jen plotry. Proto je nutné ušetřený čas na manipulaci poměrově rozdělit mezi všechny stroje, které z těchto regálů využívají materiál. Z celkových uspořených 290,6 hodin náleží 263,6 hodin plotrům. Dále pak 26,1 hodin vysekávacím poloautomatům a 0,9 hodiny manuálním vysekávacím strojům. Při vynásobení počtu hodin s hodinovými sazbami strojů tak uspořená částka činí 394 796 Kč. Následující tabulka 23 zobrazuje porovnání úspor mezi současným layoutem a variantou A.

Tabulka 23 Srovnání nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály mezi současným layoutem a variantou A

Layout	Celk. náklady mat. toku	Celk. náklady manipulace	Celk. náklady [Kč]
Současný	1 203 900 Kč	3 566 411 Kč	4 770 311 Kč
Varianta A	1 109 070 Kč	3 171 615 Kč	4 280 685 Kč
Úspora	94 829 Kč	394 796 Kč	-489 626 Kč

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 23 plyne, že celkové uspořené náklady na materiálový tok a manipulaci s materiály činí 489 626 Kč, což přináší zlepšení o 10,26 % oproti současnému stavu. Pro změnu layoutu je však nutné vynaložit další náklady, které jsou spojené s úpravou layoutu.

Především se jedná o náklady spojené s přemístěním strojů. Ke strojům musí být zařízena infrastruktura, která umožní provoz stroje. Plotry musí být připojeny do elektrické sítě a do rozvodu vzduchu. Přemístění strojů je naplánováno na celozávodní dovolenou a bude provedeno externí firmou. Následující tabulka 24 zobrazuje náklady, které jsou spojeny se změnou layoutu do varianty A.

Tabulka 24 Náklady spojené s realizací varianty A

Náklad	Částka [Kč]
Přesun strojů a stolů	198 457 Kč
Infrastruktura - elektrická síť	245 321 Kč
Infrastruktura - rozvod vzduchu	198 321 Kč
Infrastruktura - osvětlení	54 654 Kč
Mzdy projektového týmu	398 214 Kč
Přeskládání materiálů	8 265 Kč
Přeznačení 5S	11 458 Kč
Celkem	1 114 690 Kč

(zdroj: vlastní)

V tabulce 24 je možné spatřit celkové náklady spojené s realizací varianty A. Celkové náklady byly vyčísleny na 1 114 690 Kč. Nejvyšší částkou je náklad na mzdy projektového týmu, který činí 398 214 Kč. Významný podíl na celkových nákladech mají změny infrastruktury. Kvůli prodloužení trasy rozvodu stlačeného vzduchu k plotru č.4, je nutné pořídit výkonnější kompresor. Také musí být přestavěny rozvody elektrické sítě a musí se změnit osvětlení pracoviště. Nejlevnější položkou je přeskládání materiálů. Celkem je potřeba přeskládat 61 palet s materiály. Při změně layoutu pracoviště je pak nutné přeznačit podlahové 5S značení. Při dosažené úspoře 489 626 Kč činí odhadovaná doba návratnosti nákladů vynaložených na projekt 2 roky a 3 měsíce.

12.2 Finanční zhodnocení varianty B

Uspořené metry a čas lze opět vyjádřit peněžně. Jelikož se v této variantě změnily délky materiálového toku u všech strojů, tak je nutné opět vynásobit celkové vzdálenosti hodinovými sazbami strojů, aby bylo možné zjistit náklady způsobené materiálovým tokem v této variantě B. V předchozí variantě A to nebylo nutné, protože se změna v materiálovém toku týkala pouze plotrů a ty mají hodinovou sazbu stejnou. Následující tabulka 25 zobrazuje výpočet nákladů způsobených materiálovým tokem ve variantě B.

Tabulka 25 Výpočet nákladů způsobených materiálovým tokem ve variantě B

Název stroje	Délka materiálového toku [m]	Přepočet na hodiny [hod]	Sazba stroje [Kč/h]	Náklad [Kč]
Plotr č.1	390 537	111,58	1 353 Kč	150 970 Kč
Plotr č.2	301 266	86,08	1 353 Kč	116 461 Kč
Plotr č.3	218 603	62,46	1 353 Kč	84 506 Kč
Plotr č.4	264 517	75,58	1 353 Kč	102 255 Kč
Plotr č.5	351 213	100,35	1 353 Kč	135 769 Kč
Vysekávací poloautomat č.6	296 017	84,58	1 425 Kč	120 521 Kč
Vysekávací poloautomat č.7	410 610	117,32	1 425 Kč	167 177 Kč
Manuální vysekávací stroj č.8	12 632	3,61	1 059 Kč	3 822 Kč
Celkem	2 245 395	641,54	x	881 481 Kč

(zdroj: vlastní)

V tabulce 25 je možné spatřit, že celkové náklady způsobené materiálovým tokem by v této variantě B přesahovaly částku 881 tisíc Kč. Nejdelší délku materiálového toku by v této variantě měl vysekávací poloautomat č.7 a to přes 410 tisíc metrů. Výslednou částku 881 481 Kč je možné porovnat s nákladem v současném layoutu.

Předtím je ale nutné vyjádřit úspory, které budou dosaženy přeskládáním materiálů v regálech. Uspořené hodiny musí být opět poměrově rozděleny mezi stroje, které materiál z regálů používaly, protože stroje mají rozdílné hodinové sazby. Výhodou je, že z regálu M-B-01–M-B-09 čerpaly materiály pouze plotry a poloautomatické vysekávací stroje. Proto je výpočet jednodušší. Uspořené hodiny z regálů M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 ve variantě A budou připočteny k uspořeným hodinám z regálu M-B-01–M-B-09. Poměrové rozdělení ušetřených hodin je tedy následující:

- Řezací plotry: 327,74 hodin
- Poloautomatické vysekávací stroje: 40,16 hodin
- Manuální vysekávací stroje: 0,9 hodiny

Součet poměrově rozdělených hodin činí 368,8 hodin. Z toho je 78,2 hodin uspořených díky reorganizaci regálu M-B-01–M-B-09. Z toho vyplývá, že většinu uspořených hodin tvoří reorganizace regálů M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15. Při vynásobení uspořených hodin hodinovými sazbami strojů lze vypočítat celkovou úsporu na manipulaci s materiály při zásobování strojů. Celková uspořená částka na manipulaci s materiály činí 501 613 Kč. Uspořené částky při manipulaci s materiály a při materiálovém toku ve variantě B, lze porovnat se současným stavem, a to je zobrazeno v následující tabulce 26.

Tabulka 26 Srovnání nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály mezi současným layoutem a variantou B

Layout	Celk. náklady mat. toku	Celk. náklady manipulace	Celk. náklady [Kč]
Současný	1 203 900 Kč	3 566 411 Kč	4 770 311 Kč
Variant A	881 481 Kč	3 064 798 Kč	3 946 278 Kč
Úspora	322 419 Kč	501 613 Kč	-824 032 Kč

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 26 vyplývá, že celkové náklady na manipulaci s materiály a náklady materiálového toku jsou v navrhované variantě B nižší o 824 032 Kč než v současném layoutu. Větší části úspor tvoří náklady na manipulaci s materiály. Přeskládáním materiálů v regálech lze ušetřit 501 613 Kč. Změnou konceptu stanoviště dokončovacích operací a přiblížením regálu M-B-01–M-B-09 je možné ušetřit 322 419 Kč.

I v této variantě B se změnou layoutu souvisí náklady, které jsou potřeba na změnu rozmístění pracoviště vynaložit. Ve variantě B se počítá se změnou rozmístění tří strojů. Zároveň se počítá s přesunem stanoviště zakázkové výroby i změnou konceptu zakázkové výroby. Kromě nákladů je v této variantě počítáno i s výnosem z prodeje dvou manuálních vysekávacích strojů č. 9 a 10. Kromě strojů se přestěhuje i regál M-B-01–M-B-09 a malý regál určený pro hotové výrobky. Následující tabulka 27 zobrazuje náklady a výnosy spojené se změnou layoutu do varianty B.

Tabulka 27 Náklady a výnosy spojené s realizací varianty B

Náklad/výnos	Částka [Kč]
Přesun strojů a stolů	258 456 Kč
Přesun regálů	62 145 Kč
Infrastruktura - elektrická síť	345 214 Kč
Infrastruktura - rozvod vzduchu	154 320 Kč
Infrastruktura - osvětlení	98 756 Kč
Mzdy projektového týmu	489 456 Kč
Přeskládání materiálů	20 213 Kč
Nákup pojízdných vozíků	22 456 Kč
Přeznačení 5S	18 465 Kč
Výnos z prodeje strojů	214 124 Kč
Celkem	1 255 357 Kč

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 27 je patrné, že náklady na projektový tým jsou vyšší než u varianty A. To zapříčiňuje fakt, že layout v této variantě B potřebuje více změn oproti současnému layoutu než varianta A. Proto je příprava této varianty komplexnější a trvá delší dobu. Naopak náklady spojené s infrastrukturou rozvodu vzduchu jsou nižší než u varianty A. To je díky tomu, že v této variantě se nepočítá s nákupem nového vzduchového kompresoru. Kromě nákladů lze v tabulce 27 spatřit jeden výnos. Ten je spojený s prodejem strojů č.9 a č.10, které jsou využívány jen sporadicky a jejich kapacitu dostatečně pokryje stroj č.8. Z tabulky 27 plyne, že celkové odhadované náklady spojené s realizací této varianty činí 1 255 357 Kč. Při dosažené úspoře 824 032 Kč pak doba návratnosti nákladů na realizaci varianty B činí přibližně 1 rok a 6 měsíců.

12.3 Finanční zhodnocení varianty C

Stejně jako v předchozí variantě B se mění délky materiálového toku u všech strojů, které se na pracovišti nachází. Proto je nejprve nutné celkové délky materiálových toků vynásobit hodinovými sazbami strojů. Tímto výpočtem lze zjistit předpokládané náklady způsobené materiálovým tokem ve variantě C.

Tabulka 28 Ztráty způsobené materiálovým tokem ve variantě C

Název stroje	Délka materiálového toku [m]	Přepočet na hodiny [hod]	Sazba stroje [Kč/h]	Náklad [Kč]
Plotr č.1	103 063	29,45	1 353 Kč	39 841 Kč
Plotr č.2	90 934	25,98	1 353 Kč	35 152 Kč
Plotr č.3	74 969	21,42	1 353 Kč	28 981 Kč
Plotr č.4	322 925	92,26	1 353 Kč	124 834 Kč
Plotr č.5	64 558	18,45	1 353 Kč	24 956 Kč
Vysekávací poloautomat č.6	31 102	8,89	1 425 Kč	12 663 Kč
Vysekávací poloautomat č.7	38 206	10,92	1 425 Kč	15 555 Kč
Manuální vysekávací stroj č.8	12 006	3,43	1 059 Kč	3 633 Kč
Celkem	737 763	210,79	x	285 615 Kč

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 28 vyplývá, že nejdelší materiálový tok bude mít plotr č.4. To je zapříčiněno vzdáleností mezi regálem pro hotové výrobky a stanovištěm pro dokončovací operace. Tato vzdálenost činí 20 metrů. Při 3 058 zpracovaných zakázkách plotrem č.4 to znamená uraženou vzdálenost 122 320 metrů z celkových 322 925 metrů. Celkové náklady způsobené materiálovým tokem činí 285 615 Kč, což je výrazný pokles oproti současnému stavu.

Kromě nákladů na materiálový tok lze předpokládat vysoké úspory i při manipulaci s materiály při zásobování strojů. Logistici budou zásobovat většinu strojů a nebudou tak vznikat prostoje kvůli manipulaci s materiály. Manipulovat s materiály budou operátoři pouze při práci na plotru č.4 a manuálním vysekávacím stroji č.8. Pro výpočet úspory je nutné vypočítat kolik času stráví manipulacemi operátoři a odečíst ho od celkového času stráveného manipulacemi v současném stavu. Tím se zjistí celková úspora na manipulaci s materiály při zásobování strojů. Celkový čas strávený manipulací s materiály u těchto strojů činí:

- Plotr č.4: 521,9 hodin

- Manuální vysekávací stroj č.8: 8,9 hodin

Tyto časy jsou vypočítány z již přeskládaných lokací materiálů. Operátor plotru č.4 by bral materiál 4957krát ze zelené zóny a 1159krát z oranžové zóny. Při výrobě na manuálním vysekávacím stroji by byl materiál ze zelené zóny uvolněn 84krát a z oranžové zóny 20krát. Pokud se tyto vypočítané časy manipulací odečtou od těch ze současného stavu v kapitole 8.6.3 Náklady způsobené prostojem manipulací s materiály při zahájení výroby, tak lze zjistit časovou úsporu a ta činí 2 082,2 hodin. Tato doba totiž připadá na manipulace s materiály, které budou vykonávat logistickí a stroje tak nebudou ve stavu nečinnosti. V této variantě při hodinových sazbách plotru 1 353 Kč a manuálního vysekávacího stroje 1 059 Kč činí náklad na manipulaci s materiály 715 556 Kč. Nyní je možné porovnat náklady způsobené materiálovým tokem a manipulací s materiály mezi současným layoutem a variantou C.

Tabulka 29 Srovnání nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály mezi současným layoutem a variantou C

Layout	Celk. náklady mat. toku	Celk. náklady manipulace	Nájemné	Celk. náklady [Kč]
Současný	1 203 900 Kč	3 566 411 Kč	X	4 770 311 Kč
Variantu C	285 615 Kč	715 556 Kč	1 133 900 Kč	2 135 071 Kč
Úspora	918 284 Kč	2 850 855 Kč	1 133 900 Kč	-2 635 239 Kč

(zdroj: vlastní)

V předchozí tabulce 29 je uvedeno srovnání nákladů na materiálový tok a manipulace s materiály mezi současným stavem a variantou C. Náklady jsou ve variantě C výrazně nižší než v současném stavu. Jenže oproti předchozím variantám přibyla nová nákladová položka, která snižuje celkovou roční úsporu. Tou položkou je nájemné nové výrobní haly. Nájemné haly o rozloze 1500 m² je vyčísleno na částku 195 500 Kč za měsíc. V tomto návrhu má layout pracoviště rozlohu 725 m². Proto z celkového nájemného připadá na toto pracoviště podíl 94 492 Kč za měsíc. Roční nájemné pak vychází na 1 133 900 Kč. Při sečtení nákladů na materiálový tok a manipulace s materiály vychází roční úspora 2 635 239 Kč, což je zlepšení o 55,24 % oproti současnému stavu.

Stěhování celého pracoviště do nové výrobní haly zcela jistě přinese nejvyšší náklady na realizaci layoutu ze všech variant. Výhodou je, že na pracovišti se nachází již částečně vybudovaná infrastruktura, takže nemusí být vybudována úplně od začátku. K uskladnění materiálů musí být nakoupeny 4 regály, do kterých se uskladní materiály z regálů, které se v současném layoutu nachází na lisovně. Další položkou k nákupu je nový vysokozdvizný vozík. V současném layoutu se nachází pouze jeden VZV. Logistickí budou 2 a každý musí

mít svůj VZV, aby zajistili plynulé zásobování strojů. Následující tabulka 30 zobrazuje náklady spojené s realizací varianty C.

Tabulka 30 Náklady a výnosy spojené s realizací varianty C

Náklad/výnos	Částka [Kč]
Přesun strojů a stolů	798 455 Kč
Přesun regálů	187 654 Kč
Infrastruktura - elektrická síť	658 765 Kč
Infrastruktura - rozvod vzduchu	345 987 Kč
Infrastruktura - osvětlení	265 485 Kč
Mzdy projektového týmu	598 754 Kč
Přeskládání materiálů	86 545 Kč
Nákup VZV	154 987 Kč
Nákup 4 regálů	178 546 Kč
Přeznačení 5S	54 658 Kč
Výnos z prodeje strojů	214 124 Kč
Celkem	3 115 712 Kč

(zdroj: vlastní)

Stejně jako v předchozí variantě, tak i v této variantě je od celkových nákladů odečten jeden výnos, který vznikne prodejem dvou manuálních vysekávacích strojů. Celkové náklady spojené s přestěhováním pracoviště jsou vyčísleny na 3 155 712 Kč, což je dle očekávání nejdražší varianta. Nejdražší položkou je stěhování strojů a stolů, která dosahuje téměř 800 tisíc Kč. I když je infrastruktura částečně zavedená, tak přesahují náklady spojené s vybudováním infrastruktury 1,2 milionu Kč. I když má tato varianta nejvyšší náklady na realizaci, tak ale s dosažitelnou úsporou 2 635 239 Kč má nejnižší dobu návratnosti, která činí přibližně 1 rok a 2 měsíce.

12.4 Výběr finální varianty

Kritériem pro výběr finální varianty byla zvolena úroveň nejnižších nákladů na transport a manipulaci s materiály v porovnání s dobou návratnosti nákladů, které jsou potřeba vynaložit na změnu layoutu, přičemž bylo nutné tyto dva parametry mezi sebou porovnat. Následující tabulka 31 nejprve zobrazuje porovnání dosažitelných úspor u všech tří navržených variant vybraného pracoviště.

Tabulka 31 Úspory dosažitelné implementací navrhovaných variant A, B, C

Varianta	Úspora - materiálový tok [m]	Úspora - manipulace [h]	Celková úspora [Kč]
Varianta A	245 309	290,6	489 626 Kč
Varianta B	829 316	368,8	824 032 Kč
Varianta C	2 336 948	2 082,2	2 635 239 Kč

(zdroj: vlastní)

V tabulce 31 největších úspor dosahuje bezesporu varianta C. Dominuje ve všech třech porovnávaných aspektech. Implementací této varianty by došlo k uspořené 2 336 948 metrů na materiálový tok a zároveň se tak zkrátí doba prostoje, při kterém jsou stroje v nečinnosti. S transportem materiálů souvisí i manipulace s nimi. Jednoznačně nejvyšší úsporu má opět varianta C. Při implementaci této varianty by došlo k roční úspoře 2 082,2 hodin při manipulaci s materiály. Při přepočtu uspořených metrů a hodin na finanční hodnotu, činí celková potenciální úspora 2 635 239 Kč.

S implementací každé varianty jsou však spojeny náklady, které je potřeba na změnu layoutu vynaložit. Klíčem k porovnání úspor a nákladů je doba návratnosti. Pro zhodnocení variant byl vytvořen bodový systém. Za každý dosažený uspořený desetitisíc byl variantě udělen bod. Jako maximální přijatelná doba návratnosti byla stanovena lhůta tří let, což odpovídá 36 měsícům. Za každý ušetřený měsíc oproti maximální přijatelné době bylo variantě uděleno 10 bodů. Varianta s nejvíce body je nejvýhodnější k realizaci. Následující tabulka 32 zobrazuje bodové hodnocení variant.

Tabulka 32 Bodové hodnocení navrhovaných variant A, B, C

Varianta	Úspora [Kč]	Náklady na realizaci [Kč]	Doba návratnosti	Body	Pořadí
Varianta A	489 626 Kč	1 114 690 Kč	2 roky a 2 měsíce	138	3.
Varianta B	824 032 Kč	1 255 357 Kč	1 rok a 6 měsíců	262	2.
Varianta C	2 635 239 Kč	3 115 712 Kč	1 rok a 2 měsíce	483	1.

(zdroj: vlastní)

Z tabulky 32 vyplývá, že nejvíce bodů získala varianta C. Tato varianta má nejkratší dobu návratnosti a zároveň přináší největší úsporu, proto je pochopitelné, že tato varianta je pro firmu nejvíce přínosná a zajímavá. Doba návratnosti činí 14 měsíců, což je o 22 méně než maximální přijatelná doba návratnosti. Proto bylo za dobu návratnosti uděleno 220 bodů. Dále varianta dostala 263 bodů za úsporu. Celkové skóre varianty tak činí 483 bodů. Na druhém místě se umístila varianta B a nejméně výhodnou variantou k realizaci je varianta A. Varianta C byla zvolena jako nejvýhodnější ze všech tří variant a byla vybrána k realizaci.

Rozsáhlé změny v layoutu pracoviště nejsou prováděny často. Layout je plánován na několik let. Provádět změny v layoutu je značně nákladné, a proto bylo klíčové zvolit variantu, která přinese velké úspory na materiálový tok a manipulace s materiály v kombinaci s krátkou dobou návratnosti.

ZÁVĚR

Tématem diplomové práce bylo navržení změny layoutu vybraného pracoviště ve společnosti KALINA industries, s.r.o. Cílem diplomové práce bylo snížit náklady vzniklé z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů alespoň o 10 %. K dosažení hlavního cíle byly stanoveny tři dílčí cíle. Prvním dílčím cílem bylo snížení vzdáleností, které musí pracovníci urazit při zásobování strojů. Druhým dílčím cílem bylo zkrácení časové náročnosti manipulací s materiály během zásobování strojů. Třetím dílčím cílem bylo vytvoření tří návrhů layoutu vybraného pracoviště, které byly finančně zhodnoceny, vzájemně porovnány a byla z nich vybrána finální varianta vybraného pracoviště.

Teoretická část práce je rozdělena do čtyř hlavních kapitol, které se zaměřují na průmyslové inženýrství, štíhlý layout, interní logistiku a vybrané metody průmyslového inženýrství. Teoretická východiska posloužila k zpracování praktické části diplomové práce. V ní byla prvně představena společnost KALINA industries, s.r.o. společně s vybraným pracovištěm a jeho současným layoutem. Následně byla s využitím metod průmyslového inženýrství zpracována analýza současného stavu. Byly použity metody jako snímek pracovního dne, spaghetti diagram, XYZ analýza a Sankey diagram. V závěru analytické části byly vyčísleny náklady vzniklé z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů.

V projektové části byly postupně představeny tři nové varianty layoutu vybraného pracoviště ve společnosti KALINA industries, s.r.o. Každá z variant vedla ke zkrácení vzdáleností potřebných pro zásobování strojů a snížení časové náročnosti manipulace s materiály. Varianty byly finančně zhodnoceny a vzájemně porovnány. Kritériem pro výběr finální varianty byla kombinace nejnižších nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály v porovnání s dobou návratnosti investičních nákladů, které jsou spojeny se změnou layoutu. Finální variantou byla vybrána varianta C, která snižuje náklady vzniklé z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů o 55,24 % oproti současnému stavu. Doba návratnosti investičních nákladů, spojených se změnou layoutu ve variantě C byla vypočítána na 1 rok a 2 měsíce. Tato varianta splnila cíl diplomové práce, kterým bylo snížit náklady vzniklé z důvodu prostojů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály při zásobování strojů alespoň o 10 %.

Zhotovený návrh nového layoutu vybraného pracoviště ve společnosti KALINA industries, s.r.o. by měl být v následujících měsících implementován. Po realizaci bude nutné sledovat, jestli opravdu dojde ke snížení nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály, jak bylo předpokládáno v návrhu. Pokud se tento předpoklad potvrdí, může společnost KALINA industries, s.r.o. začít uvažovat o změnách layoutů dalších pracovišť.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ALDUAJI, Awrad a HASSAN, Noha M., 2020. Adopting a circular open-field layout in designing flexible manufacturing systems. Online. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. Vol. 33, no. 6, s. 572-589. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1775300>. [cit. 2025-03-26].
- ANJOS, Miguel F. a VIEIRA, Manuel V. C., 2021. Mathematical optimization approach for facility layout on several rows. Online. *Optimization Letters*. Vol. 15, no. 1, s. 9-23. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11590-020-01621-z>. [cit. 2025-03-26].
- AYOUGH, Ashkan; ZANDIEH, Mostafa a FARHADI, Farbod, 2020. Balancing, sequencing, and job rotation scheduling of a U-shaped lean cell with dynamic operator performance. Online. *Computers & Industrial Engineering*. Vol. 143, s. 106363. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106363>. [cit. 2024-11-20].
- BROUM, Tomáš; HOŘEJŠÍ, Petr; MALAGA, Miroslav a GRZONA, Pierre, 2023. Competencies of Industrial Engineers for Implementing Augmented Reality Metadata Systems. Online. *Sustainability*. Vol. 15, no. 1, s. 1-20. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su15010130>. [cit. 2025-03-19].
- BUER, Sven-Vegard; SEMINI, Marco; STRANDHAGEN, Jan Ola a SGARBOSSA, Fabio, 2021. The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. Online. *International Journal of Production Research*. Vol. 59, no. 7, s. 1976-1992. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1790684>. [cit. 2025-03-19].
- BUCHMEISTER, Borut a HERZOG, Natasa Vujica, 2024. Advancements in Data Analysis for the Work-Sampling Method. Online. *Algorithms*. Vol. 17, no. 5. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/a17050183>. [cit. 2025-04-02].
- CARVALHO ALVES, Anabela; FERREIRA, Ana Cristina; COSTA MAIA, Laura; P. LEÃO, Celina a CARNEIRO, Paula, 2019. A symbiotic relationship between Lean Production and Ergonomics: insights from Industrial Engineering final year projects. Online. *International Journal of Industrial Engineering and Management*. Vol. 10, no. 4, s. 243-256. ISSN 22172661. Dostupné z: <https://doi.org/10.24867/IJEM-2019-4-244>. [cit. 2024-11-22].

CAWMAN, Mark Wm, 2024. Kaizen blitz the muda out of the firm's globalization strategy. Online. *Journal of General Management*. Vol. 49, no. 4, s. 315-322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/03063070221141199>. [cit. 2025-03-24].

DA PONTE JUNIOR, Gerardo Portela, 2021. *Risk Management in the Oil and Gas Industry - Offshore and Onshore Concepts and Case Studies*. Online. Elsevier. ISBN 978-0-12-823627-7. Dostupné z: [databáze Knovel](#). [cit. 2025-04-03].

DAS, Tomal, 2024. Productivity optimization techniques using industrial engineering tools: A review. Online. *International Journal of Science and Research Archive*. Vol. 12, no. 1, s. 375-385. Dostupné z: <https://doi.org/10.30574/ijstra.2024.12.1.0820>. [cit. 2025-03-18].

DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando, 2016. *Material flow and layout: an integrative analysis*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-600-2.

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4987-0887-6.

DESHPANDE, Prabhakar, 2022. Industrial engineering is a mindset, not a methodology. Online. *International Journal of Research in Industrial Engineering*. Vol. 11, no. 3, s. 322-326. Dostupné z: <https://doi.org/10.22105/riej.2022.352994.1326>. [cit. 2025-03-19].

DUBE, Leon a GUPTA, Kapil, 2023. Lean Manufacturing Based Space Utilization and Motion Waste Reduction for Efficiency Enhancement in a Machining Shop: A Case Study. Online. *Applied Engineering Letters: Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol. 8, no. 3, s. 121-130. Dostupné z: <https://doi.org/10.18485/aeletters.2023.8.3.4>. [cit. 2025-03-24].

ESCUDE, Matias; TANCO, Martin; MUÑOZ-VILLAMIZAR, Andres a SANTOS, Javier, 2020. Can Lean eliminate waste in urban logistics? A field study. Online. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 71, no. 2, s. 558-575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2020-0167>. [cit. 2025-03-22].

GARCIA-GARCIA, Guillermo; SINGH, Yadvinder a JAGTAP, Sandeep, 2022. Optimising Changeover through Lean-Manufacturing Principles: A Case Study in a Food Factory. Online. *Sustainability*. Vol. 14, no. 14. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su14148279>. [cit. 2024-11-25].

GIRVAN, Lynda a GIRVAN, Simon, 2022. *Agile from First Principles*. Online. BCS The Chartered Institute for IT. ISBN 978-1-5231-4837-0. Dostupné z: https://app.knovel.com/kn/resources/kpAFP00021/toc?b-q=Agile%20from%20First%20Principles&include_synonyms=yes&q=Agile%20from%20First%20Principles&sort_on=default. [cit. 2025-03-22].

GOLMOHAMMADI, Amir-Mohammad; HONARVAR, Mahboobeh; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, Reza a HOSSEINI-NASAB, Hassan, 2021. A Novel Cell Layout Problem with Reliability and Stochastic Failures. Online. *International Journal of Supply and Operations Management*. Vol. 8, no. 2, s. 165-175. Dostupné z: <https://doi.org/10.22034/IJSOM.2021.2.4>. [cit. 2025-03-31].

GRADIM, Bruna a TEIXEIRA, Leonor, 2022. Robotic Process Automation as an enabler of Industry 4.0 to eliminate the eighth waste: a study on better usage of human talent. Online. *Procedia Computer Science*. Vol. 204, s. 643-651. ISSN 18770509. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.078>. [cit. 2025-03-24].

GÜLŞEN, Mehmet; MURRAY, Chase C. a SMITH, Alice E., 2019. Double-row facility layout with replicate machines and split flows. Online. *Computers & Operations Research*. Vol. 108, s. 20-32. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.03.009>. [cit. 2025-03-25].

GUO, Yinan; HUANG, Yao; CHENG, Jian; BAN, Xiaoyu; ZHAO, Xiaoxiao et al., 2024. MOEA/D-based multi-row facility layout optimisation method with discontinuity perceiving of the Pareto front. Online. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*. Dostupné z: <https://doi.org/10.1049/cit2.12398>. [cit. 2025-03-26].

HERNÁNDEZ CENTENO, Fiorella a SIFUENTES HUAYANAY, Wininger, 2022. Lean Manufacturing: Literature review and implementation analysis. Online. *Journal of Scientific and Technological Research Industrial*. Vol. 3, no. 2, s. 36-46. Dostupné z: <https://doi.org/10.47422/jstri.v3i2.29>. [cit. 2025-03-19].

HOSSEINI-NASAB, Hasan; FEREIDOUNI, Sepideh; FATEMI GHOMI, Seyyed Mohammad Taghi a FAKHRZAD, Mohammad Bagher, 2018. Classification of facility layout problems: a review study. Online. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 94, no. 1-4, s. 957-977. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0895-8>. [cit. 2025-03-25].

HUNGERLÄNDER, Philipp a ANJOS, Miguel F., 2015. A semidefinite optimization-based approach for global optimization of multi-row facility layout. Online. *European Journal of*

Operational Research. Vol. 245, no. 1, s. 46-61. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.02.049>. [cit. 2025-03-25].

CHARRON, Rich, 2015. *The lean management systems handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press. ISBN 978-1-4665-6435-0.

CHIKASHA, Piwai; RAMDASS, Kemlall; NDOU, Ndivhuwo; MALADZHI, Rendani a MOKGOHLOA, Kgabo, 2021. Industrial Engineers of the Future – A Concept for a Profession that is Evolving. Online. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*. Vol. 6, no. 4, s. 72-79. Dostupné z: <https://doi.org/10.25046/aj060409>. [cit. 2025-03-19].

INDAH KARTIKA SARI, Sylvie; DWI KRISNA WINATA, Bintoro; PUSPITA ANDRIANI, Debrina a WIJAYANTO PUTRO, Wisnu, 2021. Work Sampling Method for Analysis of Performance and Determining The Number of Workers in The Warehouse Department. Online. *Journal of Engineering and Management in Industrial System*. Vol. 9, no. 1, s. 59-67. Dostupné z: <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2021.009.01.6>. [cit. 2025-04-02].

ISHOLA, Bolaji, 2019. Handling Waste in Manufacturing: Encouraging Re-Manufacturing, Recycling and Re-Using in United States of America. Online. *Procedia Manufacturing*. Vol. 39, s. 721-726. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.444>. [cit. 2025-03-24].

JANA, Prabir a TIWARI, Manoj, 2021. *Lean Tools in Apparel Manufacturing*. Online. Elsevier. ISBN 978-0-12-819427-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpLTAM0003/toc>. [cit. 2025-04-02].

JANUŠKA, Martin, 2018. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 978-80-261-0800-9.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Grada. ISBN 978-80-247-5717-9.

KABANOVA, Tatiana; MALAKHOVA, Tatiana a ZENKOVA, Zhanna, 2022. ABC-XYZ inventory analysis accounting for change points. Online. *International Journal of Logistics Systems and Management*. Vol. 41, no. 1/2, s. 59-76. Dostupné z: <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2022.120981>. [cit. 2024-11-22].

KALITA, Zahnapriya a DATTA, Dilip, 2018. A constrained single-row facility layout problem. Online. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol.

98, no. 5-8, s. 2173-2184. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2370-6>. [cit. 2025-03-25].

KAMPF, Rudolf a HLATKÁ, Martina, 2019. Modelling a production process using a Sankey diagram and Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT). Online. *Open Engineering*. 2019-11-10, vol. 9, no. 1, s. 444-449. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/eng-2019-0043>. [cit. 2025-04-01].

KELLER, Birgit a BUSCHER, Udo, 2015. Single row layout models. Online. *European Journal of Operational Research*. Vol. 245, no. 3, s. 629-644. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.03.016>. [cit. 2025-03-25].

KIRAN, D. R., 2019. *Production Planning and Control - A Comprehensive Approach*. Online. Elsevier. ISBN 978-0-1281-8937-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpPPCACA02/toc>. [cit. 2025-03-31].

KIRAN, D. R., 2022. *Principles of Economics and Management for Manufacturing Engineering*. Online. Elsevier. ISBN 978-0-323-99863-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpPEMME003/toc>. [cit. 2025-03-31].

KLAR, Matthias; SCHWORM, Philipp; WU, Xiangqian; SIMON, Peter; GLATT, Moritz et al., 2024. Transferable multi-objective factory layout planning using simulation-based deep reinforcement learning. Online. *Journal of Manufacturing Systems*. Vol. 74, s. 487-511. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2024.04.007>. [cit. 2024-11-20].

KLEIN, Leander Luiz; TONETTO, Mirela Schramm; AVILA, Lucas Veiga a MOREIRA, Rodrigo, 2021. Management of lean waste in a public higher education institution. Online. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 286. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125386>. [cit. 2025-03-19].

KOLOS, Iryna, 2017. Material flow management of industrial enterprise on lean principles. Online. *Technology audit and production reserves*. Vol. 5, no. 4, s. 19-23. Dostupné z: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.108794>. [cit. 2025-04-01].

KOSKY, Philip; BALMER, Robert; KEAT, William a WISE, George, 2021. *Exploring Engineering - An Introduction to Engineering and Design*. Online. 5th edition. Elsevier. ISBN 978-0-12-815074-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpEEAIED01/toc>. [cit. 2025-03-18].

KUBASÁKOVÁ, Iveta a KUBÁŇOVÁ, Jaroslava, 2024. Utilization of the intersection of ABC and XYZ analysis in stock planning in the warehouse by Covid period. Online. *Acta logistica*. Vol. 11, no. 03, s. 461-472. Dostupné z: <https://doi.org/10.22306/al.v11i3.532>. [cit. 2025-04-01].

LAMAN, Scott A, 2022. *ASQ Certified Quality Engineer Handbook*. Online. 5th Edition. American Society for Quality. ISBN 978-1-5231-5593-4. Dostupné z: <https://app.knovel.com/s.v?z7fRL1rY>. [cit. 2025-03-24].

LAMBA, Kuldeep; KUMAR, Ravi; MISHRA, Shraddha a RAJPUT, Shubhangini, 2020. Sustainable dynamic cellular facility layout: a solution approach using simulated annealing-based meta-heuristic. Online. *Annals of Operations Research*. Vol. 290, no. 1-2, s. 5-26. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03340-w>. [cit. 2025-03-31].

LEE, Pei Fang; AZHAR KHAN, Nur Aina; MUHAMMAD, Nur Amalina; HASNIDA, Ab-Samat; CHIN, Jeng Feng Jeng et al., 2025. Lean implementation in service sector: a case study of waste elimination in Malaysian customs administration. Online. *International Journal of Lean Six Sigma*. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2023-0227>. [cit. 2025-03-22].

LEMBERSKY, Michael, 2016. *Realistic Cost Estimating for Manufacturing*. Online. 3rd Edition. Society of Manufacturing Engineers (SME). ISBN 978-1-5231-0398-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpINFNB0J1/toc>. [cit. 2025-03-19].

LIKHITH, M. a DEEPAK, S. A., 2023. Design and Analysis of Material Handling System. Online. *Journal of Mines, Metals and Fuels*. Vol. 70, no. 10A, s. 155-163. Dostupné z: <https://doi.org/10.18311/jmmf/2022/31220>. [cit. 2025-04-01].

LISTA, Ana Paula; TORTORELLA, Guilherme Luz; BOUZON, Marina; MOSTAFA, Sherif a ROMERO, David, 2021. Lean layout design: a case study applied to the textile industry. Online. *Production*. Vol. 31. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210090>. [cit. 2025-03-25].

LUPTON, R.C. a ALLWOOD, J.M., 2017. Hybrid Sankey diagrams: Visual analysis of multidimensional data for understanding resource use. Online. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 124, s. 141-151. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.05.002>. [cit. 2025-04-01].

MAGANHA, Isabela; SILVA, Cristovao a FERREIRA, Luis Miguel D. F., 2019. The layout design in reconfigurable manufacturing systems: a literature review. Online. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 105, no. 1-4, s. 683-700. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04190-3>. [cit. 2024-11-21].

MAYANG, Virarey; HARTONO, Markus a SANTOSO, Amelia, 2024. Integration of Lean Six Sigma and Ergonomics in Internal Logistics in the Supply Chain – A Systematic Literature. Online. *Jurnal Sistem Teknik Industri*. Vol. 26, no. 1, s. 70-78. Dostupné z: <https://doi.org/10.32734/jsti.v26i1.13743>. [cit. 2024-11-21].

MAYNARD, Harold B., BINANDA, Bopaya (ed.), 2023. *Maynard's industrial and systems engineering handbook*. Sixth edition. New York: McGraw Hill. ISBN 978-1-260-46156-5.

MCSHANE-VAUGHN, Mary, 2022. *ASQ Certified Six Sigma Black Belt Handbook*. Online. 4th Edition. American Society for Quality. ISBN 978-1-5231-5592-7. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpASQCSSB2/toc>. [cit. 2025-04-02].

MEMARI, Ashkan; PANJEHFOULADGARAN, Hamid Reza; ABDUL RAHIM, Abd. Rahman a AHMAD, Robiah, 2022. The impact of lean production on operational performance: a case study. Online. *Asia-Pacific Journal of Business Administration*. Vol. 16, no. 3, s. 530-552. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/APJBA-04-2022-0190>. [cit. 2024-11-25].

MULYANA, Ig Jaka; HARTANTI, Lusiana Permata Sari; HERDIANTO, Vincentius Aditya; GUNAWAN, Ivan a HERWINARSO, Herwinarso, 2022. Lean Waste Identification in Higher Education Institution Using Waste Assessment Model. Online. *Management Systems in Production Engineering*. Vol. 30, no. 3, s. 200-206. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/mspe-2022-0025>. [cit. 2025-03-19].

MUNRO, Roderick Alexander; RAMU, Govind a ZRYMIAK, Daniel Joseph, 2022. *ASQ Certified Six Sigma Green Belt Handbook*. Online. 3rd Edition. American Society for Quality. ISBN 978-1-5231-5594-1. Dostupné z: https://app.knovel.com/kn/resources/kpASQCSSG5/toc?q=waste%20elimination&include_synonyms=yes. [cit. 2025-03-22].

OCHOA, Carlos; MURCIA, Henry; FUCIÑOS, Raúl a DOMÍNGUEZ, Karen, 2017. New implementation of Work Sampling Analysis for validating the Present Idle Time Indicator of Maintenance and Ship Repairing Business Line of Cotecmar. Online. *Ciencia y tecnología*

de buques. Vol. 10, no. 20, s. 9-18. Dostupné z: <https://doi.org/10.25043/19098642.145>. [cit. 2025-04-02].

PAUL, Debra a CADLE, James, 2020. *Business Analysis*. Online. 4th edition. BCS The Chartered Institute for IT. ISBN 978-1-5231-4829-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpBAE0002E/toc>. [cit. 2025-03-20].

PÉREZ-GOSENDE, Pablo; MULA, Josefa a DÍAZ-MADROÑERO, Manuel, 2021. Facility layout planning. An extended literature review. Online. *International Journal of Production Research*. Vol. 59, no. 12, s. 3777-3816. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1897176>. [cit. 2024-11-19].

PLINTA, Dariusz a RADWAN, Katarzyna, 2023. IMPROVING MATERIAL FLOW IN A MODIFIED PRODUCTION SYSTEM. Online. *Applied Computer Science*. Vol. 19, no. 1, s. 95-106. Dostupné z: <https://doi.org/10.35784/acs-2023-07>. [cit. 2025-04-01].

PORTER, William P.; MURPHY, Conor P.; WILLIAMS, Dane R.; O'HANDLEY, Brendan J. a WANG, Chaoli, 2021. Hierarchical Sankey Diagram: Design and Evaluation. Online. In: *Advances in Visual Computing*. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, S. 386-397. ISBN 978-3-030-90435-7. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90436-4_31. [cit. 2025-04-01].

PUROHIT, Ravi a BORIKAR, Sarika, 2018. Concept of Lean Manufacturing. Online. *Journal of Textile and Clothing Science*. Vol. 1, no. 1, s. 15–18. Dostupné z: <https://doi.org/10.5281/zenodo.2579006>. [cit. 2025-03-25].

PURUSHOTHAMA, 2019. *Handbook of Managing Apparel Production and Quality*. Online. Woodhead Publishing India. ISBN 978-1-5231-6352-6. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpHMAPQ003/toc>. [cit. 2025-03-18].

QUINTERO, Walter Rosas, 2022. Digital competences of the industrial engineer in industry 4.0 a systematic vision. Online. *Production*. Vol. 32. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20220028>. [cit. 2024-11-20].

RADIN UMAR, Radin Zaid; TIONG, Jing Yin; AHMAD, Nadiah a DAHALAN, Jalaluddin, 2024. Development of framework integrating ergonomics in Lean's Muda, Muri, and Mura concepts. Online. *Production planning & control*. Vol. 35, no. 12, s. 1466-1474. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2189640>. [cit. 2025-03-24].

- RAMASUBRAMANIAM, P, 2020. Productivity Improvement By Reducing Waiting Time And Over Production Using Lean Manufacturing Technique. Online. *International Journal of Recent Engineering Science*. Vol. 7, no. 4, s. 20-26. Dostupné z: <https://doi.org/10.14445/23497157/IJRES-V7I4P104>. [cit. 2025-03-24].
- RIFAI, Achmad Pratama; WINDRAS MARA, Setyo Tri; KUSUMASTUTI, Putri Adriani a WIRANINGRUM, Rakyan Galuh, 2020. A Genetic Algorithm for the Double Row Layout Problem. Online. *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 22, no. 2, s. 85-92. Dostupné z: <https://doi.org/10.9744/jti.22.2.85-92>. [cit. 2025-03-25].
- ROOPA, M.; SIRIRAM, R. a COETZEE, R., 2024. Exploring Industrial Engineering Knowledge and Environmental Sustainability. Online. *Sustainability*. Vol. 16, no. 17, s. 7392. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su16177392>. [cit. 2025-03-18].
- SALUNKHE, R. T. a SHINGE, A. R., 2018. Value stream mapping to reduce lead time and improve throughput time in a manufacturing organization: A review. Online. *The IUP Journal of Operations Management*. Vol. XVII, no. 3, s. 42–52. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/2105003973/fulltext/7D41790AC68449BAPQ/1?accountid=15518&sourcetype=Scholarly%20Journals>. [cit. 2025-03-25].
- SASSANI, Farrokh, 2017. *Industrial Engineering Foundations - Bridging the Gap between Engineering and Management*. Online. Mercury Learning and Information. ISBN 978-1-5231-0918-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpIEFBGEM1/toc>. [cit. 2025-03-18].
- SOLIMAN, Mohammed Hamed Ahmed, 2017. A Comprehensive Review of Manufacturing Wastes: Toyota Production System Lean Principles. Online. *Emirates Journal for Engineering Research*. Vol. 22, no. 2, s. 1–10. Dostupné z: <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.9121283>. [cit. 2025-03-24].
- STEVIĆ, Željko a MERIMA, Bećirović, 2021. ABC/XYZ Inventory Management Model in a Construction Material Warehouse. Online. *Alphanumeric Journal*. Vol. 9, no. 2, s. 325-334. Dostupné z: <https://doi.org/10.17093/alphanumeric.1052034>. [cit. 2025-04-01].
- SZABÓ, Peter; JANÍK, Samuel; MLKVA, Miroslava a CZIFRA, György, 2024. Waste Elimination in the Assembly Process using Lean Tools. Online. *Acta Polytechnica Hungarica*. Vol. 21, no. 4, s. 165-184. Dostupné z: <https://doi.org/10.12700/APH.21.4.2024.4.9>. [cit. 2025-03-22].

TAGUE, Nancy R., 2023. *Quality Toolbox*. Online. 3rd Edition. American Society for Quality. ISBN 978-1-5231-6377-9. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpQTE00012/toc>. [cit. 2025-04-02].

TARANTINO, Anthony, 2022. *Smart manufacturing: the Lean Six Sigma way*. Wiley. ISBN 978-1-119-84661-1.

WANG, Wenbo; ZHANG, Yingfeng a ZHONG, Ray Y., 2020. A proactive material handling method for CPS enabled shop-floor. Online. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. Vol. 61. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101849>. [cit. 2025-03-29].

YADAV, Gunjan; LUTHRA, Sunil; HUISINGH, Donald; MANGLA, Sachin Kumar; NARKHEDE, Balkrishna Eknath et al., 2020. Development of a lean manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies. Online. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 245. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118726>. [cit. 2025-03-19].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Výrobní hala společnosti	37
Obrázek 2 Rozdělení areálu	38
Obrázek 3 Automobilová a průmyslová těsnění	39
Obrázek 4 Těsnící měděné kroužky	40
Obrázek 5 Podíl středisek na celkových tržbách	42
Obrázek 6 Poloautomatické a ručně ovládané vysekávací stroje	43
Obrázek 7 CNC řezací plotry	44
Obrázek 8 Díl s odpadovým materiálem	45
Obrázek 9 Směry zásobování strojů materiálem	48
Obrázek 10 Podíl na zpracování zakázek na pracovišti PZ v roce 2024	52
Obrázek 11 Podíl zakázek s dokončovací operací za rok 2024 – řezací plotry	53
Obrázek 12 Podíl zakázek s dokončovací operací za rok 2024– vysekávací stroje	53
Obrázek 13 Podíl trvání jednotlivých činností operátora vysekávacího poloautomatu č.7 za směnu	56
Obrázek 14 Spaghetti diagram – operátor vysekávacího poloautomatu za 8hodinovou směnu	57
Obrázek 15 Celkový stav vysekávacího poloautomatu č.7 za směnu	58
Obrázek 16 Podíl trvání jednotlivých činností operátora řezacího plotru č.2 za směnu	60
Obrázek 17 Spaghetti diagram – operátor řezacího plotru za 8hodinovou směnu	61
Obrázek 18 Celkový stav řezacího plotru č.2 za směnu	62
Obrázek 19 Podíl trvání jednotlivých činností operátora zakázkové výroby za směnu	64
Obrázek 20 Spaghetti diagram – operátor zakázkové výroby za 8hodinovou směnu	65
Obrázek 21 Příklad regálu na pracovišti PZ	67
Obrázek 22 Rozdělení zón regálu	67
Obrázek 23 Příklad standardizovaného zápisu skladové lokace	71
Obrázek 24 Vizualizace počtu obrátek v regálu M-H-01–M-H-03	71
Obrázek 25 Histogram četnosti obrátek v jednotlivých intervalech v roce 2024 – zelená zóna	74
Obrázek 26 Histogram četnosti obrátek v jednotlivých intervalech v roce 2024 – oranžová zóna	75
Obrázek 27 Histogram četnosti obrátek v jednotlivých intervalech v roce 2024 – červená zóna	75
Obrázek 28 Sankey diagram – řezací plotry č.1 a č.2	79
Obrázek 29 Sankey diagram – řezací plotry č.3 a č.5	81
Obrázek 30 Sankey diagram – vysekávací stroje	83

Obrázek 31 Sankey diagram – řezací plotr č.4	84
Obrázek 32 Layout varianty A.....	97
Obrázek 33 Layout varianty B	100

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Tržby středisek za rok 2024.....	42
Tabulka 2 Počet zpracovaných zakázek za rok 2024	51
Tabulka 3 Součet trvání činností operátora vysekávacího poloautomatu za 8hodinovou směnu, 30.10.2024.....	55
Tabulka 4 Součet trvání činností operátora řezacího plotru za 8hodinovou směnu, 31.10.2024	59
Tabulka 5 Součet trvání činností operátora zakázkové výroby za 8hodinovou směnu, 1.11.2024	63
Tabulka 6 Celkový čas činnosti získávání materiálu vycházející z průměrných časů	68
Tabulka 7 Součet regálových zón a uvolnění materiálů v roce 2024	73
Tabulka 8 Suma časů činnosti získání materiálu z regálu pro jednotlivé zóny v roce 2024.....	76
Tabulka 9 Počet zpracovaných zakázek na strojích v roce 2024.....	77
Tabulka 10 Celkové délky materiálových toků za rok 2024 – řezací plotry č.1 a č.2.....	80
Tabulka 11 Celkové délky materiálových toků za rok 2024 – řezací plotry č.3 a č.5.....	82
Tabulka 12 Celkové délky materiálových toků za rok 2024 – řezací plotry č.4	85
Tabulka 13 Hodinové sazby strojů	86
Tabulka 14 Výpočet nákladů způsobených materiálovým tokem v roce 2024	87
Tabulka 15 Součet manipulací ze zón v roce 2024	88
Tabulka 16 Výpočet nákladů na manipulaci s materiály v roce 2024	88
Tabulka 17 Projektový list.....	92
Tabulka 18 Matice hodnocení rizik	94
Tabulka 19 Srovnání délek materiálového toku u plotrů mezi současným layoutem a variantou A	98
Tabulka 20 Srovnání časů na manipulaci s materiály v regálech M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 mezi současným layoutem a variantou A	99
Tabulka 21 Srovnání délek materiálového toku mezi současným layoutem a variantou B	102
Tabulka 22 Srovnání délek materiálového toku mezi současným layoutem a variantou C	106
Tabulka 23 Srovnání nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály mezi současným layoutem a variantou A	107
Tabulka 24 Náklady spojené s realizací varianty A	108
Tabulka 25 Výpočet nákladů způsobených materiálovým tokem ve variantě B.....	109
Tabulka 26 Srovnání nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály mezi současným layoutem a variantou B	110
Tabulka 27 Náklady a výnosy spojené s realizací varianty B	111

Tabulka 28 Ztráty způsobené materiálovým tokem ve variantě C	112
Tabulka 29 Srovnání nákladů způsobených materiálovým tokem a manipulací s materiály mezi současným layoutem a variantou C.....	113
Tabulka 30 Náklady a výnosy spojené s realizací varianty C.....	114
Tabulka 31 Úspory dosažitelné implementací navrhovaných variant A, B, C	115
Tabulka 32 Bodové hodnocení navrhovaných variant A, B, C	115

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNC Computer Numerical Control

ERP Enterprise resource planning

Kč Koruna česká

LSN Lisovna

LVO Laser, vodní paprsek, ohraňovací lis

PZ Plotry, vysekávací stroje, zakázková výroba

THP Technickohospodářský pracovník

VZV Vysokozdvíhový vozík

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Organizační struktura společnosti

Příloha P II: Současný layout vybraného pracoviště

Příloha P III: Vývojový diagram toku výrobní zakázky

Příloha P IV: Vizualizace počtu obrátek 1. část

Příloha P V: Vizualizace počtu obrátek 2. část

Příloha P VI: Mapa vzdáleností plotrů č.1 a č.2

Příloha P VII: Mapa vzdáleností plotrů č.3 a č.5

Příloha P VIII: Mapa vzdáleností vysekávacích strojů

Příloha P IX: Celkové délky materiálových toků za rok 2024 – vysekávací stroje

Příloha P X: Mapa vzdáleností plotru č.4

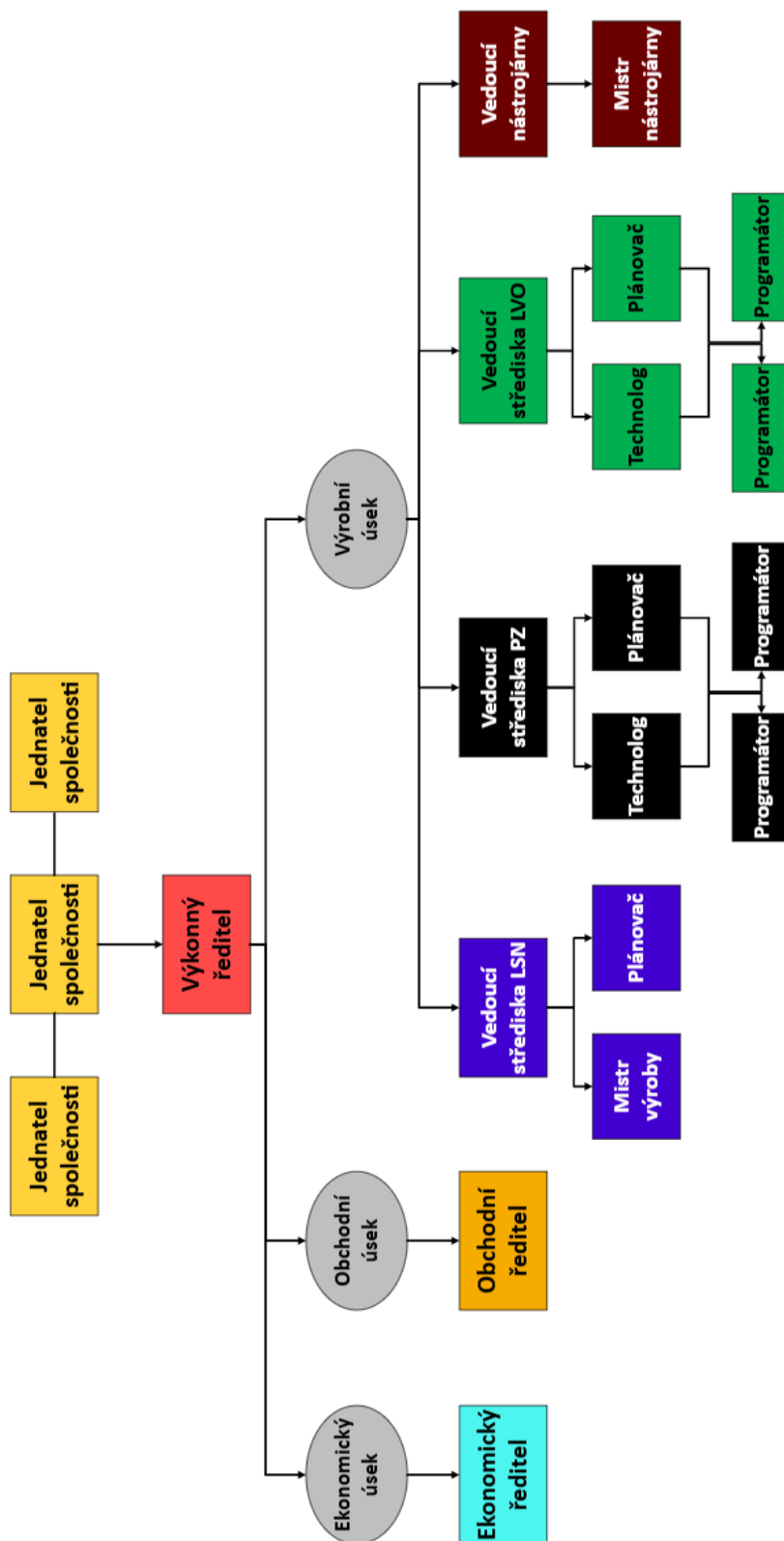
Příloha P XI: Harmonogram projektu

Příloha P XII: Ripran analýza

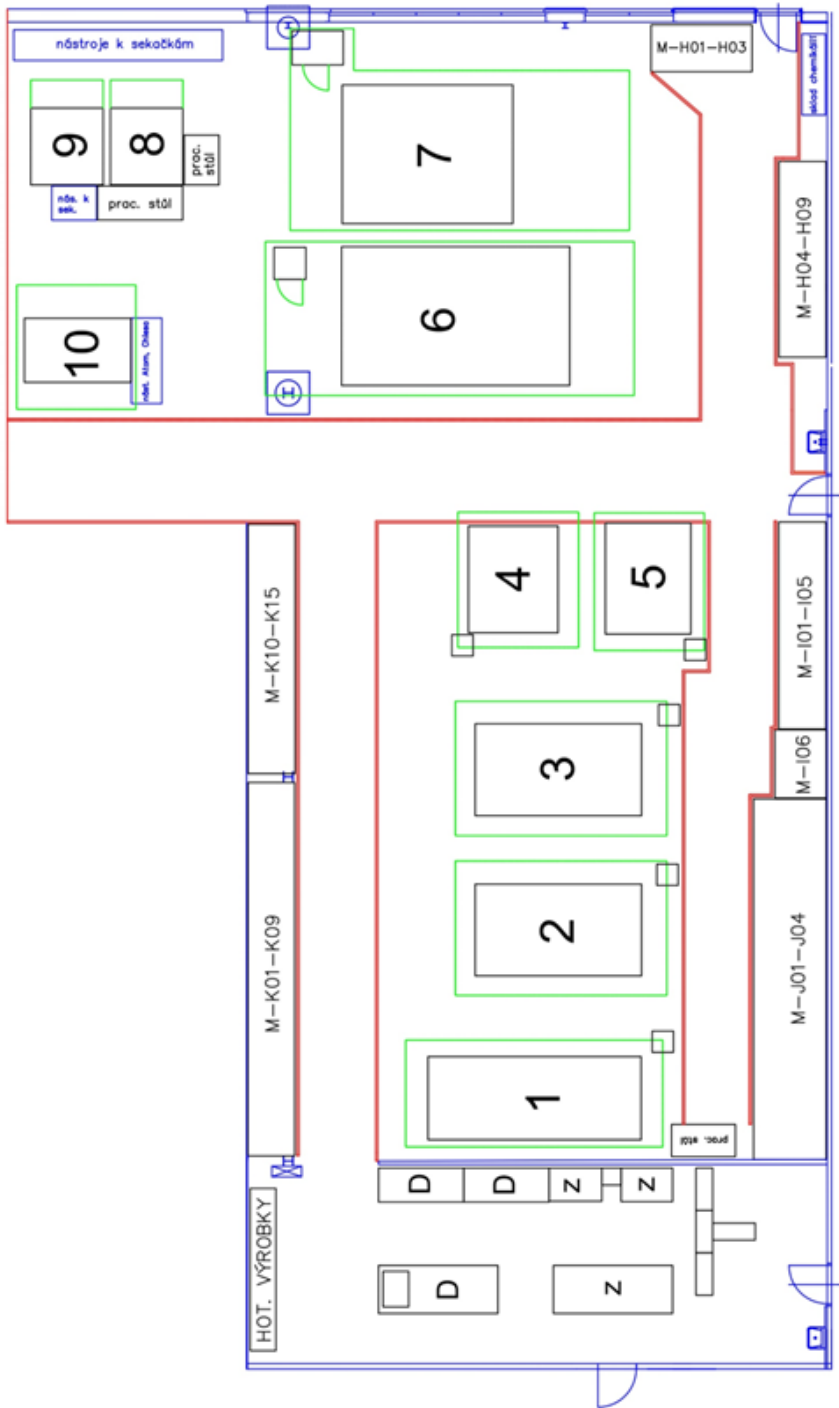
Příloha P XIII: Srovnání časů na manipulaci s materiály v regálech M-B-01–M-B-09, M-K-01–M-K-09 a M-K-10–M-K-15 mezi současným layoutem a variantou B

Příloha P XIV: Layout varianta C

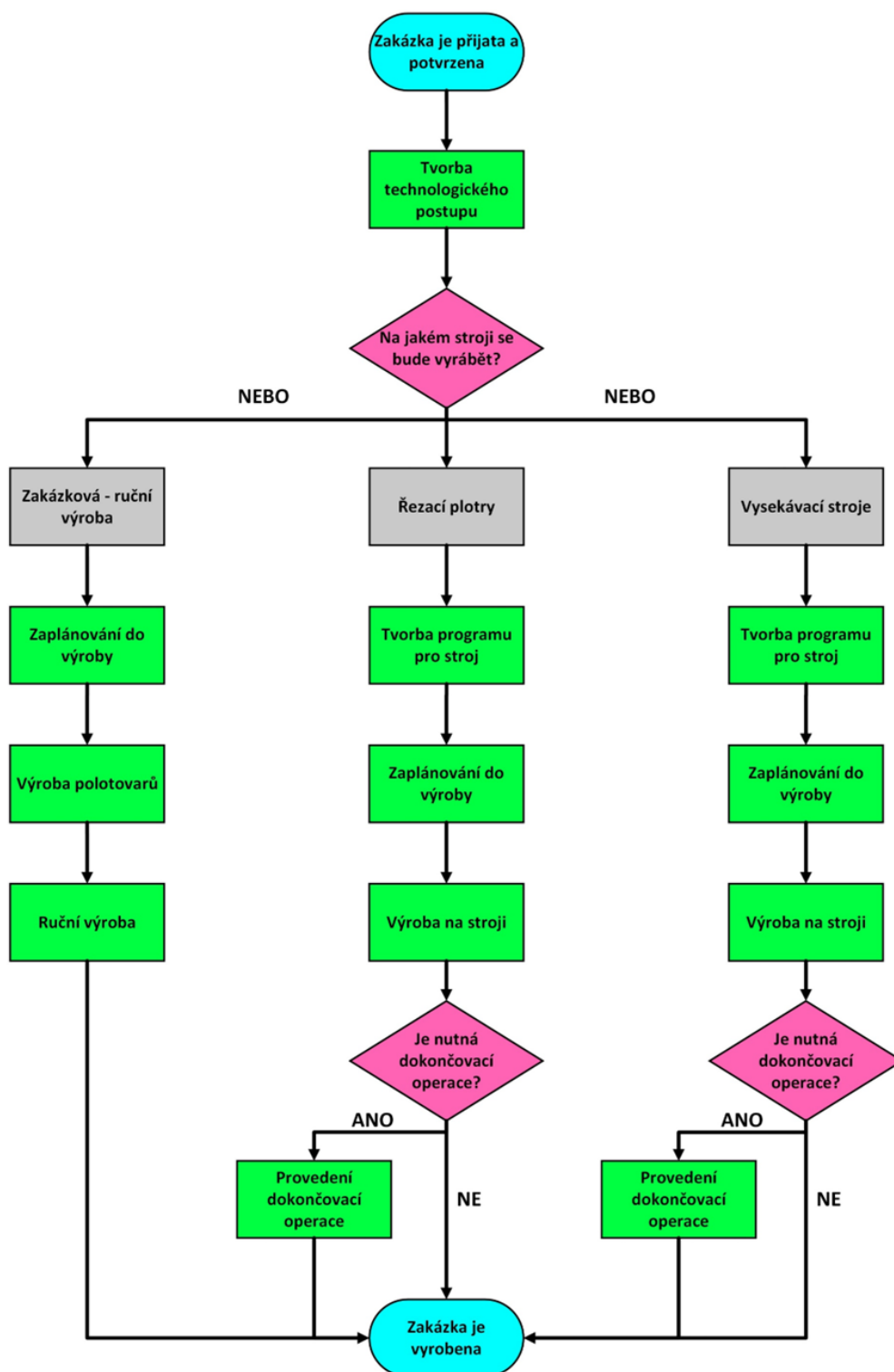
PŘÍLOHA P I: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI (VLASTNÍ)



**PŘÍLOHA P II: SOUČASNÝ LAYOUT VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ
(VLASTNÍ)**



PŘÍLOHA P III: VÝVOJOVÝ DIAGRAM TOKU VÝROBNÍ ZAKÁZKY (VLASTNÍ)



PŘÍLOHA P IV: VIZUALIZACE POČTU OBRÁTEK 1. ČÁST (VLASTNÍ)

- M-H-04–M-H-09

Patro	H04	H05	H06	H07	H08	H09	Patro
3	132	54	58	185	23	56	3
2	65	36	34	98	24	14	2
1	0	79	39	73	24	65	1
0	0	14	24	45	28	23	0

- M-I-01–M-I-05

Patro	M-I-01	M-I-02	M-I-03	M-I-04	M-I-05	Patro
4	95	65	59	63	78	4
3	68	85	28	85	74	3
2	12	56	20	18	9	2
1	0	54	28	14	31	1
0	85	13	26	19	28	0

- M-I-06 (palety na podlaze)

Patro	M-I-06	M-I-06	Patro
0	32	34	0

- M-J-01–M-J-04

Patro	M-J-01	M-J-02	M-J-03	M-J-04	Patro
9	28	99	64	215	9
8	158	45	37	69	8
7	63	63	266	58	7
6	59	28	65	49	6
5	159	186	30	67	5
4	29	25	18	59	4
3	52	42	115	123	3
2	95	31	111	100	2
1	22	81	98	98	1
0	28	17	120	97	0

- M-K-01–M-K-09

Patro	M-K-01	M-K-02	M-K-03	M-K-04	M-K-05	M-K-06	M-K-07	M-K-08	M-K-09	Patro
4	154	111	211	233	288	354	545	333	87	4
3	354	358	198	213	233	258	384	654	78	3
2	39	15	32	54	65	123	157	324	27	2
1	42	59	56	58	78	87	111	123	52	1
0	41	54	38	28	22	24	120	101	31	0

PŘÍLOHA P V: VIZUALIZACE POČTU OBRÁTEK 2. ČÁST (VLASTNÍ)

- M-K-10–M-K-15

Patro	M-K-10	M-K-11	M-K-12	M-K-13	M-K-14	M-K-15	Patro
4	120	212	208	133	255	195	4
3	134	132	155	314	398	121	3
2	131	196	154	144	211	154	2
1	32	18	35	12	56	21	1
0	30	84	134	65	52	25	0

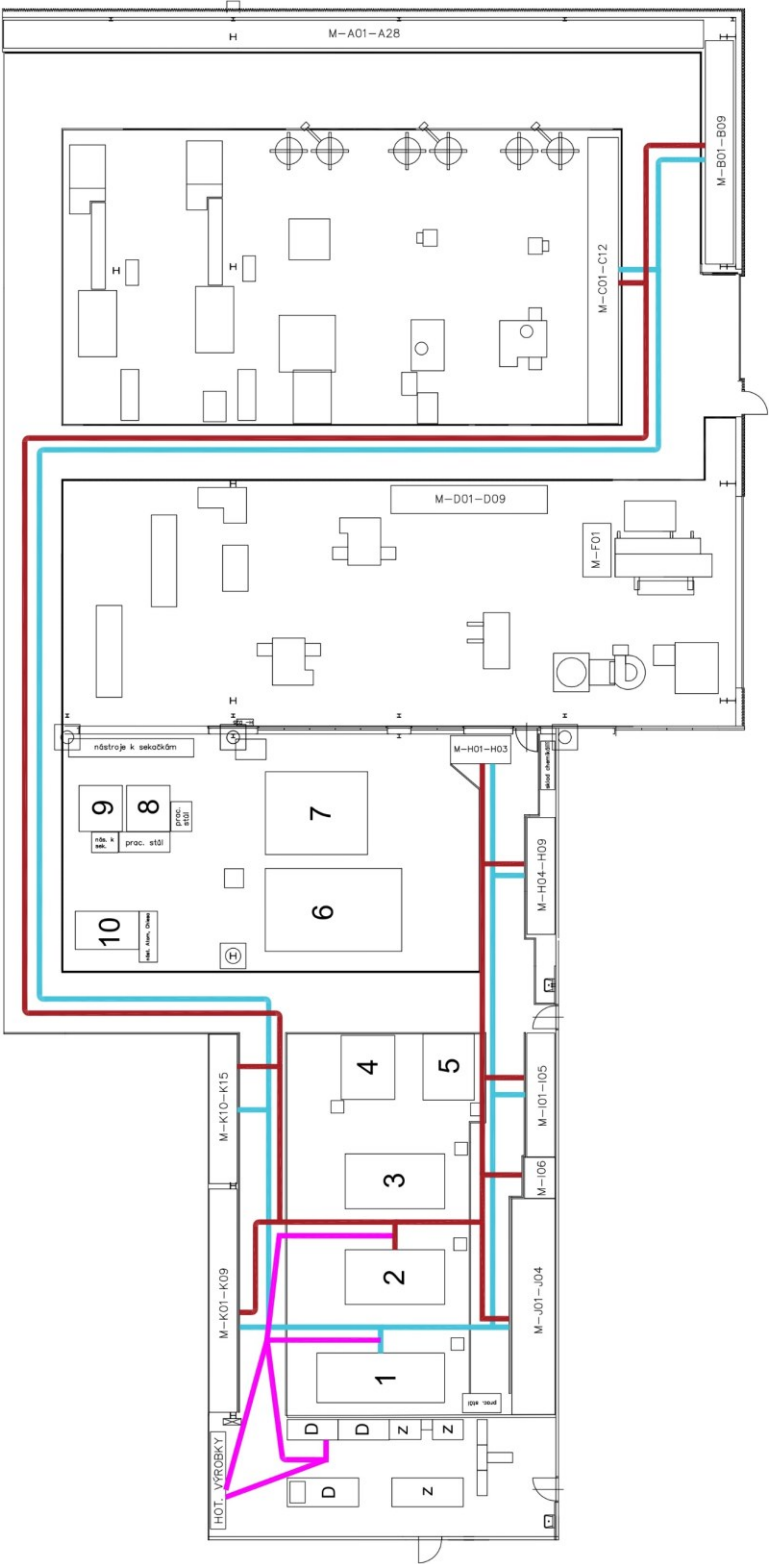
- M-B-01–M-B-09

Patro	M-B-01	M-B-02	M-B-03	M-B-04	M-B-05	M-B-06	M-B-07	M-B-08	M-B-09	Patro
5	85	82	63	99	74	86	47	54	77	5
4	49	46	88	60	72	45	96	76	56	4
3	72	58	48	61	81	12	68	78	49	3
2	56	93	12	79	18	29	40	46	39	2
1	18	16	8	14	19	23	17	19	3	1
0	19	5	49	16	17	22	22	17	0	0

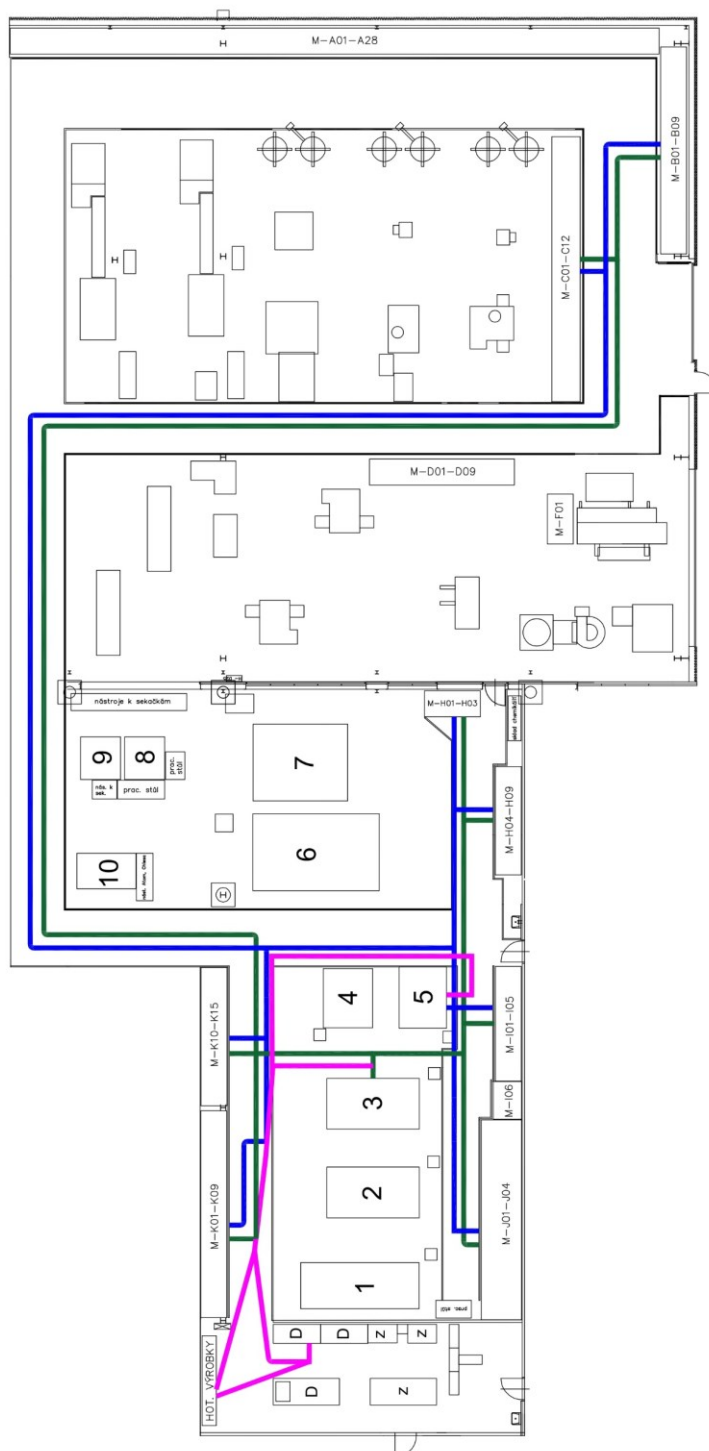
- M-C-01–M-C-12

Patro	M-C-01	M-C-02	M-C-03	M-C-04	M-C-05	M-C-06	M-C-07	M-C-08	M-C-09	M-C-10	M-C-11	M-C-12	Patro
5	12	54	29	32	22	26	18	45	19	98	51	81	5
4	54	56	28	45	61	21	25	43	47	92	59	45	4
3	52	25	23	46	31	14	21	41	49	96	68	63	3
2	18	56	45	42	1	25	24	45	31	85	71	69	2
1	5	6	0	0	19	18	5	3	4	18	14	12	1
0	31	18	19	2	17	12	30	29	16	17	13	18	0

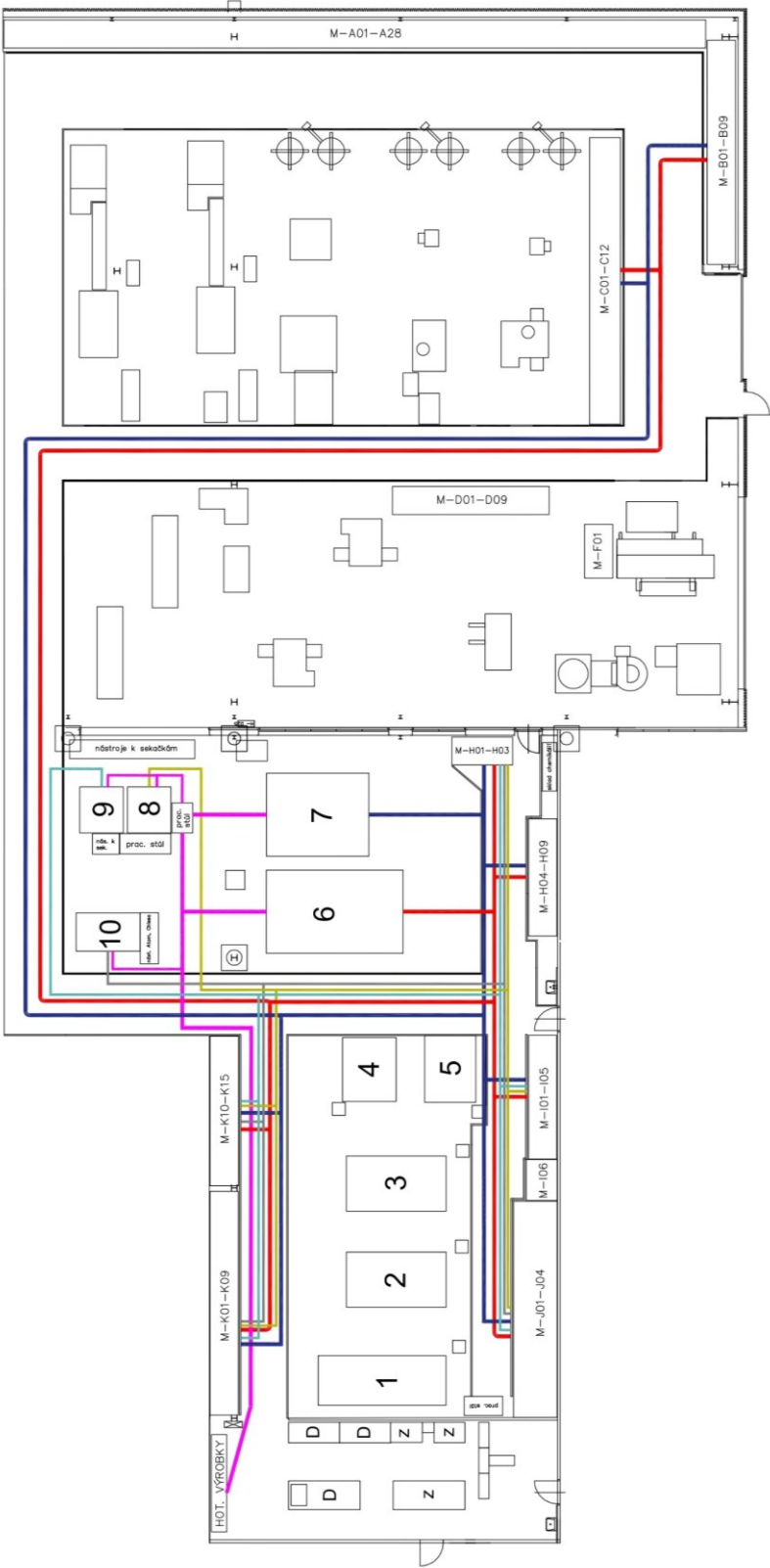
**PŘÍLOHA P VI: MAPA VZDÁLENOSTÍ PLOTRŮ Č.1 A Č.2
(VLASTNÍ)**



PŘÍLOHA P VII: MAPA VZDÁLENOSTÍ PLOTRŮ Č.3 A Č.5 (VLASTNÍ)



**PŘÍLOHA P VIII: MAPA VZDÁLENOSTÍ VYSEKÁVACÍCH STROJŮ
(VLASTNÍ)**



PŘÍLOHA P IX: CELKOVÉ DÉLKY MATERIÁLOVÝCH TOKŮ ZA ROK 2024 – VYSEKÁVACÍ STROJE (VLASTNÍ)

Zdroj	Cíl	Intenzita	Vzdálenost [m]	Počet cest	Celkem [m]
Vysekávací poloautomat č.6	M-H-01 – M-H-03	78	9,0	4	2 808
Vysekávací poloautomat č.6	M-H-04 – M-H-09	81	6,0	4	1 944
Vysekávací poloautomat č.6	M-I-01 – M-I-05	58	12,0	4	2 784
Vysekávací poloautomat č.6	M-K-01 – M-K-09	334	29,0	4	38 744
Vysekávací poloautomat č.6	M-K-10 – M-K-15	87	22,0	4	7 656
Vysekávací poloautomat č.6	M-J-01 – M-J-04	254	17,0	4	17 272
Vysekávací poloautomat č.6	M-B-01 – M-B-09	261	82,5	4	86 130
Vysekávací poloautomat č.6	M-C-01 – M-C-12	564	78,5	4	177 096
Vysekávací poloautomat č.6	Dokončovací operace	1253	5,5	2	13 783
Vysekávací poloautomat č.6	Hotové výrobky	464	28,5	2	26 448
Dokončovací operace	Hotové výrobky	1253	28,5	2	71 421
Vysekávací poloautomat č.6 - Celkem	x	x	x	x	446 086
Vysekávací poloautomat č.7	M-H-01 – M-H-03	64	6,5	4	1 664
Vysekávací poloautomat č.7	M-H-04 – M-H-09	51	8,0	4	1 632
Vysekávací poloautomat č.7	M-I-01 – M-I-05	101	16,0	4	6 464
Vysekávací poloautomat č.7	M-K-01 – M-K-09	499	32,5	4	64 870
Vysekávací poloautomat č.7	M-K-10 – M-K-15	65	25,5	4	6 630
Vysekávací poloautomat č.7	M-J-01 – M-J-04	398	25,0	4	39 800
Vysekávací poloautomat č.7	M-B-01 – M-B-09	188	87,5	4	65 800
Vysekávací poloautomat č.7	M-C-01 – M-C-12	758	83,5	4	253 172
Vysekávací poloautomat č.7	Dokončovací operace	1551	3,0	2	9 306
Vysekávací poloautomat č.7	Hotové výrobky	573	31,0	2	35 526
Dokončovací operace	Hotové výrobky	1551	28,5	2	88 407
Vysekávací poloautomat č.7 - Celkem	x	x	x	x	573 271
Manuální vysekávací stroj č.8	M-H-01 – M-H-03	8	33,0	4	1056
Manuální vysekávací stroj č.8	M-I-01 – M-I-05	32	28,5	4	3648
Manuální vysekávací stroj č.8	M-K-01 – M-K-09	17	28,0	4	1904
Manuální vysekávací stroj č.8	M-K-10 – M-K-15	2	21,0	4	168
Manuální vysekávací stroj č.8	M-J-01 – M-J-04	12	37,0	4	1776
Manuální vysekávací stroj č.8	Dokončovací operace	52	2,0	2	208
Manuální vysekávací stroj č.8	Hotové výrobky	19	30,5	2	1159
Dokončovací operace	Hotové výrobky	52	28,5	2	2964
Manuální vysekávací stroj č.8 - Celkem	x	x	x	x	12 883
Manuální vysekávací stroj č.9	M-H-01 – M-H-03	3	39,5	4	474
Manuální vysekávací stroj č.9	M-I-01 – M-I-05	2	34,0	4	272
Manuální vysekávací stroj č.9	M-K-01 – M-K-09	5	34,0	4	680
Manuální vysekávací stroj č.9	M-K-10 – M-K-15	5	27,0	4	540
Manuální vysekávací stroj č.9	M-J-01 – M-J-04	6	43,0	4	1032
Manuální vysekávací stroj č.9	Dokončovací operace	15	4,5	2	135
Manuální vysekávací stroj č.9	Hotové výrobky	6	33,0	2	396
Dokončovací operace	Hotové výrobky	15	28,5	2	855
Manuální vysekávací stroj č.9 - Celkem	x	x	x	x	4 384
Manuální vysekávací stroj č.10	M-H-01 – M-H-03	2	26,0	4	208
Manuální vysekávací stroj č.10	M-K-01 – M-K-09	2	21,0	4	168
Manuální vysekávací stroj č.10	M-K-10 – M-K-15	4	14,0	4	224
Manuální vysekávací stroj č.10	M-J-01 – M-J-04	4	30,0	4	480
Manuální vysekávací stroj č.10	Dokončovací operace	9	8,5	2	153
Manuální vysekávací stroj č.10	Hotové výrobky	3	26,0	2	156
Dokončovací operace	Hotové výrobky	9	28,5	2	513
Manuální vysekávací stroj č.10 - Celkem	x	x	x	x	1 902

PŘÍLOHA P XI: HARMONOGRAM PROJEKTU (VLASTNÍ)

[illegible]

PŘÍLOHA P XII: RIPRAN ANALÝZA (VLASTNÍ)

Číslo	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Preventivní opatření
1	Chyby při sběru dat	Chyby při sběru dat povedou ke zkreslení výsledků analýzy	55%	SD	SHR	Křížová kontrola dat
2	Chybné vyhodnocení analýzy současného stavu	Chybným vyhodnocením nedojde k identifikování možnosti snížení nákladů na materiálový tok a manipulaci s materiály	40%	VD	VHR	Pečlivé vyhodnocení dat projektovým týmem
3	Nezohlednění technologických omezení	Návrhy layoutu nezohlední infrastrukturní omezení strojů	80%	VD	VHR	Technická validace návrhů layoutu
4	Nedodržení harmonogramu projektu	Členové projektového týmu se nevěnují práci na projektu a určitá část projektu se zpozdí, dojde k nesplnění termínu realizace projektu	60%	SD	SHR	Pravidelné vykazování odpracovaných hodin členy projektového týmu na projektu
5	Nedostatečná podpora vedení společnosti	Vedení přesune pozornost na jiné projekty a neposkytne dostatečnou podporu	10%	MD	NHR	Pravidelné prezentování dosavadního pokroku projektu

**PŘÍLOHA P XIII: SROVNÁNÍ ČASŮ NA MANIPULACI
S MATERIÁLY V REGÁLECH M-B-01–M-B-09, M-K-01–M-K-09 A M-
K-10–M-K-15 MEZI SOUČASNÝM LAYOUTEM A VARIANTOU B**

Layout	Obrátky zelená zóna	Obrátky oranžová zóna	Obrátky červená zóna	Čas zelená zóna [h]	Čas oranžová zóna [h]	Čas červená zóna [h]	Čas celkem [h]
Současný	2829	8413	2194	216,9	1030,6	320,6	1568,1
Varianta B	10296	2072	1068	789,4	253,8	156,1	1199,2
Rozdíl	7467	-6341	-1126	572,5	-776,8	-164,5	-368,8

