

Návrh na zlepšení logistických procesů ve vybraném provozu ve firmě Kovárna VIVA, a.s.

Bc. Erik Hrabovský

Diplomová práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

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

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

| | |
|-------------------|--|
| Jméno a příjmení: | Bc. Erik Hrabovský |
| Osobní číslo: | M200279 |
| Studijní program: | N0488P050002 Průmyslové inženýrství |
| Forma studia: | Prezenční |
| Téma práce: | Návrh na zlepšení logistických procesů ve vybraném provozu ve firmě Kovárna VIVA, a.s. |

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Proveďte průzkum literárních zdrojů a zpracujte literární rešerši týkající se tématu logistických procesů.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu logistických procesů ve vybraném provozu.
- Na základě provedené analýzy interpretujte výsledky a navrhnete zlepšení současného stavu.
- Zhodnoťte navrhovaná řešení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

- GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, 507 s. ISBN 978-807-0809-525.
- JESTON, John. *Business process management: practical guidelines to successful implementations*. Fourth edition. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2018, 653 s. ISBN 978-1-138-73840-9.
- MANGAN, John a Chandra LALWANI. *Global logistics and supply chain management*. Third edition. Chichester: Wiley, 2016, 393 s. ISBN 978-111-9117-827.
- SOUČKOVÁ, Ingrid a Vladimír JERZ. *Logistika v odbore*. V Bratislave: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2019, 153 s. ISBN 978-80-227-4979-4.
- SVOZILOVA Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 978-802-4739-380.

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

Datum zadání diplomové práce: **11. února 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. dubna 2022**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

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

Ve Zlíně dne 11. února 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Bc. Erik Hrabovský

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na zlepšení interní logistiky a informačních toků ve vybrané společnosti. Cílem diplomové práce je zlepšit interní logistiku s informačním tokem, společně s odstranění papírové dokumentace na vybraném provozu ve společnosti. Teoretická část je zaměřena na logistiku s následným zaměřením na výrobní logistiku a výrobu. V analytické části je představena společnost a nacházejí se zde analýzy zaměřené na interní logistiku a komunikaci skrz vybraný provoz. Cílem analýzy je zjistit pohyb polotovaru a efektivnost práce manipulanta a operátora. Následně je analyzována komunikace a skladované položky. V projektové části jsou popsány podrobné dílčí kroky k zavedení lepšího toku materiálu pomocí určení skladovacích míst a ke zlepšení informačního toku v podobě zavedení technologie RFID.

Klíčová slova: interní logistika, RFID technologie, informační tok, skladování.

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on improving internal logistics and information flows in a selected company. The aim of the diploma thesis is to improve internal logistics with information flow, together with the removal of paper documentation at selected operations in the company. The theoretical part is focused on logistics with a subsequent focus on production logistics and production. The analytical part introduces the company and includes analyzes focused on internal logistics and communication through the selected operation. The aim of the analysis is to determine the movement of the semi-finished product and the work efficiency of the manipulator and the operator. Subsequently, the communication and stored items are analyzed. The project part describes the detailed partial steps to implement a better material flow by identifying storage locations and to improve the information flow in the form of the introduction of RFID technology.

Keywords: internal logistics, RFID technology, information flow, warehousing.

Rád bych poděkoval společnosti Kovárna VIVA, a.s. a lidem, se kterými jsem měl možnost spolupracovat během svého působení ve společnosti. Dále bych rád poděkoval mé vedoucí práce Ing. Lucii Hrbáčkové, PhD. za její odborné poznatky a připomínky.

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

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD..... | 10 |
| CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE..... | 11 |
| I TEORETICKÁ ČÁST..... | 12 |
| 1 LOGISTIKA | 13 |
| 1.1 HISTORIE LOGISTIKY | 13 |
| 1.2 ROZDĚLENÍ LOGISTIKY | 13 |
| 1.2.1 Interní logistika | 14 |
| 1.2.2 Externí logistika | 16 |
| 1.3 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA | 17 |
| 1.3.1 Plýtvání v logistice | 18 |
| 2 VÝROBNÍ LOGISTIKA A VÝROBA | 21 |
| 2.1 SYSTÉM ŘÍZENÍ VÝROBY A PLÁNOVÁNÍ | 22 |
| 2.1.1 Statistické řízení zásob | 22 |
| 2.1.2 MRP systémy | 23 |
| 2.1.3 Kanban | 23 |
| 2.1.4 Just-in-time..... | 24 |
| 2.1.5 Push a pull systém | 25 |
| 2.1.6 Teorie omezení | 25 |
| 2.1.7 DDMRP..... | 25 |
| 2.2 FÁZE VÝROBNÍ LOGISTIKY..... | 26 |
| 2.3 TYPOLOGIE VÝROBY | 27 |
| 3 INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ SYSTÉMY | 28 |
| 3.1 INFORMAČNÍ SYSTÉMY | 28 |
| 3.2 TECHNOLOGIE SYSTÉMŮ A AUTOMATICKÁ IDENTIFIKACE | 29 |
| 3.3 OPTICKÁ TECHNOLOGIE | 29 |
| 3.3.1 Čárový kód | 30 |
| 3.3.2 QR kód | 30 |
| 3.4 RFID..... | 30 |
| 3.5 BIOMETRICKÉ TECHNOLOGIE..... | 31 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 32 |
| 4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI..... | 33 |
| 4.1 POPIS SPOLEČNOSTI..... | 33 |
| 4.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE | 33 |
| 4.3 HISTORIE SPOLEČNOST | 34 |
| 4.4 HODNOTY SPOLEČNOSTI..... | 35 |
| 4.5 VÝROBNÍ PROGRAM | 35 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.6 | VÝROBNÍ ETAPY | 36 |
| 5 | ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU..... | 38 |
| 5.1 | PŘEDSTAVENÍ NÁSTROJÁRNY | 38 |
| 5.1.1 | Informační systém | 39 |
| 5.2 | ABC ANALÝZA..... | 40 |
| 5.3 | TOK MATERIÁLU | 40 |
| 5.3.1 | Tok materiálu z dělení..... | 41 |
| 5.3.2 | Tok materiálu z kovárny | 42 |
| 5.4 | ANALÝZA VÝKONU A PRÁCE MANIPULANTA | 43 |
| 5.4.1 | Manipulant 1 | 43 |
| 5.4.2 | Manipulant 2 | 46 |
| 5.4.3 | Manipulant 3 | 47 |
| 5.4.4 | Spaghetti diagram..... | 48 |
| 5.5 | ANALÝZA VÝKONU PRÁCE OPERÁTORŮ CNC STROJŮ | 49 |
| 5.6 | KOMUNIKACE MEZI PLÁNOVAČI NÁSTROJÁRNY A SPRÁVCEM NÁŘADÍ | 52 |
| 5.7 | SKLADOVÁNÍ MATERIÁLU | 53 |
| 5.8 | SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI..... | 54 |
| 6 | PROJEKTOVÁ ČÁST..... | 56 |
| 6.1 | CÍLE PROJEKTU | 56 |
| 6.1.1 | Projektový tým | 56 |
| 6.2 | ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU | 57 |
| 6.3 | NOVÝ TOK MATERIÁLU | 57 |
| 6.3.1 | Určení skladovacích míst | 57 |
| 6.3.2 | Načítací uzly a terminály | 57 |
| 6.3.3 | RFID karty | 60 |
| 6.3.4 | Fronta práce pro pracovníky strojů | 62 |
| 6.3.5 | Práce manipulanta v novém logistickém toku | 63 |
| 6.4 | ZOBRAZOVÁNÍ VÝROBNÍCH VÝKRESŮ | 64 |
| 6.5 | SAMOKONTROLA | 66 |
| 6.6 | NOVÁ KOMUNIKACE MEZI PLÁNOVAČI NÁSTROJÁRNY A SPRÁVCEM NÁŘADÍ | 67 |
| 6.7 | ELIMINACE NEPOTŘEBNÝCH NÁSTROJŮ Z NÁSTROJÁRNY A ODSTRANĚNÍ Z INFORMAČNÍHO SYSTÉMU | 67 |
| 6.8 | UKÁZKA NOVÉHO TOKU MATERIÁLU A INFORMAČNÍHO TOKU..... | 68 |
| 6.8.1 | Informační a materiálový tok z procesu dělení | 69 |
| 6.8.2 | Informační a materiálový tok z kovárny | 74 |
| 7 | SHRnutí PROJEKTU | 76 |
| 7.1 | FINANČNÍ ZHODNOCENÍ PROJEKTU | 77 |
| 7.1.1 | Náklady na projekt | 77 |

| | | |
|--|---------------------------------------|-----------|
| 7.2 | PROJEKTOVÉ ZLEPŠENÍ | 79 |
| 7.2.1 | Informační tok | 79 |
| 7.2.2 | Efektivní práce manipulanta | 80 |
| 7.2.3 | Pull systém | 81 |
| 7.2.4 | Přehlednost rozpracované výroby | 81 |
| ZÁVĚR | | 82 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | | 83 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | | 86 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | | 87 |
| SEZNAM TABULEK..... | | 88 |
| SEZNAM PŘÍLOH..... | | 89 |

ÚVOD

Technologie dnešní doby jsou neustále vyvíjeny dopředu a nutí tak společnosti k neustálému zlepšování v oblasti zákaznických služeb, ale i v oblasti interní. S nástupem Industry 4.0. se mnoho firem snaží digitalizovat a automatizovat svou výrobu a činnosti spojené s výrobou. Při automatizaci bývá většinou nákladná a v některých výrobcích není možné ji aplikovat. Digitalizace je však jednoduchá a je možné digitalizovat v podstatě cokoli. Digitalizací můžeme docílit zrychlení procesů a také přehlednost veškerých podstatných věcí ovlivňující výkonost nebo kvalitu.

Dříve než však k digitalizaci či automatizaci může dojít je potřeba pochopit veškeré procesy ve společnosti. Pochopením zjistíme nedostatky v takových procesech, které následně můžeme odstraňovat, až nám zbydou jen prvky přidávající hodnotu výrobku. Takovým přístupem se může vydat každá společnost. Přístup, který zeštíhluje výrobu, se nazývá lean. S lean výrobou se však pojí i ostatní činnosti, které je potřeba zeštíhlit jako například logistika či administrativa. Cílem takové lean společnosti je, aby materiál po výrobě protékal plynule bez zbytečných procesů. Zajistí tak aby zákazník dostal výrobek v nejkratší době, za přijatelnou cenu a v přijatelné kvalitě.

Tento přístup, který se také snaží odstranit veškeré druhy plýtvání, je dobrým podkladem pro celkové zlepšení logistického toku. Na základě poznatků lean logistiky je diplomová práce zaměřena na zlepšení interní logistiky a informačního toku.

V praktické části diplomové práce je vycházeno z teoretické části. Rešerše, provedena pomocí knižních i elektronických zdrojů, je zaměřena na téma ohledně logistiky. Analýza současného stavu probíhala pomocí náměrů a poskytnutých informací vedením společnosti. Jsou zde analyzovány logistické procesy a informační komunikaci. Projektová část je následným vyvrcholením z poznatků z teoretické části a zjištěných nedostatků z analytické části. V konečné fázi bude obsaženo konkrétní řešení nedostatků a shrnutí jejich finančních a nefinančních stránek.

Některé části diplomové práce jsou autorsky upraveny pro zachování know-how společnosti.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem diplomové práce je zlepšení interního logistického a informačního toku na provozu nástrojárny. Mezi dílčí cíle je zařazeno efektivnější práce manipulanta ve výrobě, zlepšení přehlednosti o rozpracované výrobě a odstranění papírové dokumentace.

Diplomová práce je rozdělena do tří základních částí. První částí je teoretická část zaměřující se na logistiku. Pro vypracování této části bude provedena rešerše z literárních, internetových i databázových zdrojů, které se budou zabývat hlavně logistikou. Teoretická část je rozdělena do tří kapitol. V první bude logistika shrnuta obecně a bude nastíněn přístup lean logistiky a v další část bude více zaměřena na výrobní logistiku a výrobu obecně. V poslední části jsou shrnuty informační systémy logistiky a technologie použitelné ke zlepšení logistického toku, či informačního toku.

Praktická část diplomové práce bude rozpolcena na dvě části, a to analytickou a projektovou část. V analytické části bude řešena problematika interní logistiky a informačního toku na provozu nástrojárny. Provedení ABC analýzy bude mít za výsledek zjištění zkoumané skupiny výrobků, pro kterou bude vytvořena mapa toku výrobků po provozu. Pro další data bude měřen manipulant, zodpovědný za pohyb materiálu po výrobě, pomocí snímku pracovního dne. Ve snímku manipulanta budou sledovány veškeré prováděné činnosti během celé směny. Během snímku bude zakreslen pohyb manipulanta po výrobě pomocí Spaghettiho diagramu. Dalším předmětem snímku pracovního dne budou operátoři CNC obráběcích center, kde bude probíhat zjištění ohledně zadávání práce. Následně pomocí rozhovorů bude analyzována komunikace při přijímání výrobků z kovárny. Poslední analýzou bude shromáždění dat o polotovarech ve výrobě.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LOGISTIKA

Logistika je vědní obor, který se zabývá plánováním, skladováním a službami spojených s pohybem materiálu ve výrobě nebo mezi firmami. Logistika nepojednává jenom o toku výrobků, nýbrž i o informacích spojených právě s určitými materiály nebo výrobky. Logistika považuje za cíl překonání určitého místa v určitém časovém období za účelem uspokojení zákazníka.

Nejhlavnějším cílem logistiky je dodání výrobků, služeb nebo materiálu na správné místo, ve správném čase a kvalitě, ve správném množství, a hlavně za správnou cenu. (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018)

Logistika je dělena dle Macurové (2018) na:

Fyzické toky – fyzickými toky se rozumí přeprava materiálů, výrobků, obalů, odpadů a dalších fyzicky hmatatelných věcí.

Peněžní toky – jedná se hlavně o výdaje a příjmy spojené s toky fyzickými, ale také s informačními.

Informační toky – tyto toky se skládají především z dokumentace spojené s fyzickými toky. Jedná se hlavně o požadavky zákazníků, informace o průběhu výroby nebo třeba výsledky projektů.

1.1 Historie logistiky

Historie logistiky sahá až ke kořenům samotného lidstva. Lidé v minulosti museli přemísťovat jakýkoli materiál z místa na místo za účelem zisku, díky kterému živili své rodiny. Hlavní zmínky o logistice přicházely z dalekého Egypta při stavbě pyramid. Významný rozvoj logistiky proběhl během válek, kdy musela být armáda zásobována jak materiálem k boji, tak i jídlem pro vojáky. Po válce se však logistika upínala spíše na průmyslové odvětví. (Bazala, 2014)

1.2 Rozdělení logistiky

Rozdělení logistiky může být bráno z několika úhlů pohledu. Nejvýznamnějším rozdělením je však rozdělení na interní a externí logistiku, kterou musí řešit každá společnost. Interní rozdělení určuje pohyb materiálu uvnitř společnosti a externí zajišťuje kontakt s dodavateli či odběrateli. Všechna ostatní rozdělení jsou spojována s procesy, který daná logistika řeší.

Například při skladování provází tento proces skladovací logistika nebo výrobu zabezpečuje logistika výroby.

V dnešní době je však velkým trendem Industry 4.0., kde je nejčastěji skloňována takzvaná lean logistika, při které je důležité optimalizovat všechny logistické procesy tak, aby vznikala co nejmenší manipulace. (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018)

1.2.1 Interní logistika

Interní logistika, ač to není zjevné od prvního okamžiku, má velký podíl na nákladech a výnosech společnosti. Proto je vhodné ji nebrat na lehkou váhu. Interní logistiku dokážou značně ovlivnit pracovníci firmy, ve které probíhá pohyb materiálu. Výkonost interní logistiky závisí právě na těchto pracovnících, což jsou především manipulanti starající se o tok materiálu. V některých případech může logistika váznout i kvůli operátorům. Mezi nejčastější chyby, které snižují výkonost logistiky můžeme zařadit následující:

- Při zadání práce jsou informace špatně popsány a chybí zde detaily o provedení práce. Pracovníci pak přebírají odpovědnost za rozhodnutí, které by dělat neměli.
- Informace jsou sdělovány formou, která není vhodná pro dodržení instrukcí.
- Čekání pracovníků na přidělení práce nebo instrukcí. (Černý, 2014)

V interní logistice existují procesy, které mohou interní logistiku nejvíce ovlivnit a na které je potřeba brát zřetel, aby firma byla co nejméně ztrátová v této oblasti. Mezi takové procesy můžeme zařadit:

1. Přípravu materiálu, který je potřeba pro výrobu

Materiál, který se má v budoucnu stát součástí výroby se v mnoha případech přichystává ve skladech vstupního materiálu na podnětech vycházející z výroby. Při vychystávání materiálu mohou vznikat neshody v kvantech nakupovaného materiálu, který přichází do společnosti například v baleních, ale výroba si objednala paletu určitého materiálu. Právě v této fázi přichází na řadu vychystávání materiálu, takzvaný picking. V mnoha případech neznamena vychystání materiálu přípravu pouze jednoho kusu, ale přípravu celého kusovníku i s komponenty, které jsou potřeba k výrobě. (Černý, 2014)

Ve skladech, kde není zavedena automatizace, probíhá příprava materiálu pomocí manipulanta, který přijde k danému materiálu a dle instrukcí odebere materiál

z daného místa a připraví ho do požadované formy (paleta, krabice, a další). Informace se mohou předávat jakýmkoliv způsobem. V méně digitalizovaných společnostech probíhá předání pomocí mistrů, kteří řeknou kdy a kde má být zboží přichystáno. V dnešní době je tento přístup až nepřijatelný pro zlepšení interní logistiky. Využití digitalizace pomocí jednoduchého tabletu nebo mobilního terminálu je základem ke zrychlení všech operací. Při práci manipulanta je však potřeba využít ruce k pracovním činnostem a může se zdát, že terminály mohou zavazet. V dnešní době je však technologie tak pokročilá, že mobilní terminál lze připnout na zápěstí, aby obě ruce byly volné a manipulanci nic nepřekáželo. (Černý, 2014)



Obrázek 1 Mobilní terminál na zápěstí (Zdroj: Point.X)

Pro efektivnost přípravy materiálu nestačí pouze dobře řídit pracovníky, ale záleží také na organizaci prostor, do kterých manipulant vychystává materiál nebo použití manipulačních prostředků během procesu vychystávání. K efektivnějšímu vychystávání je zapotřebí, aby manipulant nechodil na stejné místo několikrát za sebou. Je potřeba zpracovávat více zakázek najednou. K tomu slouží manipulační vozíky a jiné manipulační prostředky. V konečné fázi pak záleží na zabalení materiálu při vychystávání a přebírání do výroby. (Černý, 2014)

2. Obsluha materiálu ve výrobě

Změna přepravy polotovarů po výrobě je neustálým cyklem zlepšování. Jde o snahu optimalizovat tok po výrobě tak, aby bylo přepravováno co nejmenší množství

materiálu nebo polotovaru vedoucí ke zkrácení zásobovacích cyklů. V dnešní době většina společností využívá přepravní způsob na základě žádanky, kde operátor zažádá o materiál, který mu je následně přivezen. Tento fungující systém však postupem času nahrazuje pravidelná linka, která zajišťuje navedení a odvezení polotovaru z pracoviště (milkrun). (Černý, 2014)

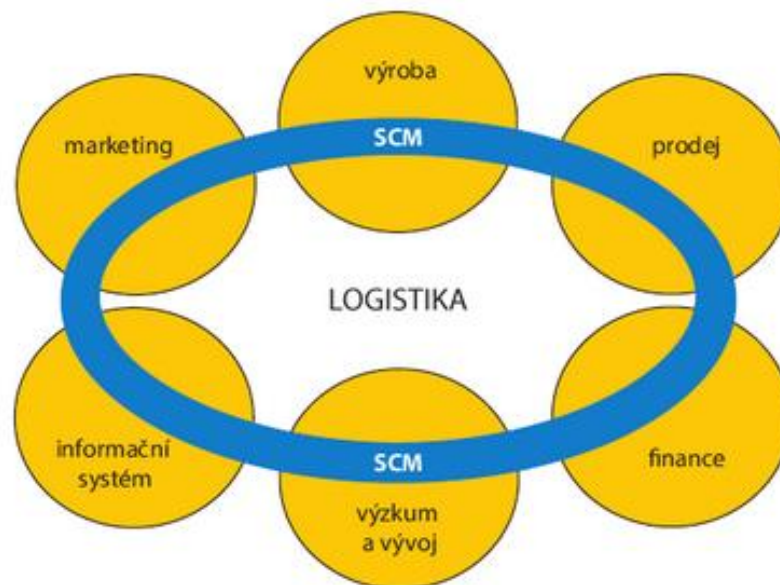
1.2.2 Externí logistika

Externí logistika je ve světě známá jako supply chain management, ve zkratce SCM, která vznikla na začátku 80. let minulého století, kdy si společnosti začaly uvědomovat výhodu spolupráce s ostatními společnostmi. (Černý, 2014)

Rahmanoui (2019) definuje SCM jako systémovou, strategickou a koordinační spolupráci uvnitř jedné organizace nebo v rámci několika organizací za účelem zlepšení výkonu a dodavatelského řetězce.

V jiných popisech SCM se může uvádět, že se jedná o dodavatelský řetězec, což je síť organizací, do níž společnost zapojena. Jedná se o společnosti, které jsou propojeny v různých procesech nebo činnostech za účelem vytvoření produktu nebo služby pro konečného zákazníka. (Mangan a Lalwani, 2016)

Někteří však rozlišují pojem SCM a logistický řetězec, kdy definují logistický řetězec jako podmnožinu dodavatelského řetězce. V takovém případě je logistický řetězec popisován jako posloupnost určitých činností, kde je jejich výkon nepostradatelný pro dosažení odpovídajících požadavků u koncového zákazníka v určitém časovém období, ve správném množství, kvalitě a na určité místo. Dodavatelský řetězec je pak posloupností určitých operací ve vzájemně pospojovaných logistických řetězcích, které obsahují i zpětné toky a výkon je důležitý pro splnění akceptovatelných požadavků zákazníka, jako je tomu u logistického řetězce. (Gros, 2016)



Obrázek 2 Ukázka SCM (Gros, 2016)

1.3 Štíhlá logistika

Pod pojmem štíhlá logistika si nemůžeme představit, že firma bude zeštíhlovat jen logistické procesy, ale musí být zeštíhlená celá, včetně výroby, administrativy a ostatních procesů. Když vezmeme v potaz pouze štíhlou logistiku, zaměříme se především na zeštíhlení toku materiálu a informací. Můžeme ji však spojovat také s řízením výroby, nákupem či prodejem. K úspěšnému zavedení štíhlé logistiky je potřeba se zaměřit na zkracování výroby a pohlídat si optimální hladinu zásob. (Jurová, 2016)

Abychom zákazníkům dodávali zboží v té nejlepší kvalitě, ve správný čas a na správné místo, potřebujeme zefektivnit logistické činnosti pomocí několika základních principů, což jsou:

- Pull systém
- Eliminace jakéhokoli plýtvání v logistice
- Kombinování informačních systémů a vizualizace
- Pohyb materiálu pouze v nutných případech
- Malé dávky s krátkým průběžným časem
- Zohlednění různorodosti výroby (Pavelka, 2015)

1.3.1 Plýtvání v logistice

Pro zákazníka je v konečné fázi důležitá hodnota výrobků, za který je ochoten dát své peníze. Proto je potřeba zaměřit se na věci přidávající hodnotu výrobku a na věci, které naopak nepřidávají žádnou hodnotu nebo v horším případě hodnotu ubírají. Štíhlá logistika se zaměřuje právě na sledování procesů, které hodnotu přidávají a určují konečný stav výrobků. (Dennis, 2016)

Při definování plýtvání můžeme vycházet ze tří základních pojmů, které jsou pro identifikaci plýtvání používány. Patří zde techniky zvané **mudi**, **mura**, **muri**. (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012)

1. Mudi

Japonské mudi znamená v českém jazyce plýtvání. S mudou se pojí hned několik dalších druhů plýtvání, které pro zákazníka nepřidávají žádnou hodnotu a buduje se tak neochota zákazníka za tento výrobek platit. (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012)

Nadprodukce

Nadvýroba je s jistotou nejhorším a největším druhem plýtvání ve společnosti. Dle Fekekeho (2012) můžeme nadvýrobu dělit na kvantitativní a časovou. Kvantitativní nadvýroba je očividné pochybení v prognóze prodeje výrobků, kdy je vyrobeno větší množství výrobků než je společnost schopna na trhu prodat nebo když společnost počítá se zmetkovitostí. V obou případech vznikají ve výrobě přebytečné zásoby. (Fekeke, 2012)

Z časového pohledu je nadprodukce vytvořena rychlou nebo naopak pomalou výrobou. Zásoby jsou poté vystaveny zbytečné manipulaci a vynaložení dalšího úsilí manipulačních pracovníků a také větších skladovacích prostor. (Fekeke, 2012)

Čekání

Jedná se o jakékoli čekání ve výrobě, kdy stroj nebo pracovník nejsou využiti. Tento jev nastává mezi ukončením jednoho procesu a začátkem druhého. Je způsoben například špatným dopravním systémem, pomalou nakládkou nebo vykládkou apod. (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012)

Nadbytečná manipulace a nadbytečná doprava

U tohoto druhu plýtvání je manipulace a doprava velmi podobným tématem. Z pohledu manipulace můžeme říct, že se jedná o plýtvání na pracovišti ve výrobních buňkách nebo na strojích. Zde je plýtvání způsobeno špatným organizačním řešením pracoviště. Pracovník musí vykonávat nadbytečné pohyby k získání nástroje nebo výrobku. U dopravy se spíše zaměřujeme na přesun výrobků z místa na místo a to buď ve vnitropodnikových logistických procesech, nebo v dodavatelsko-odběratelském řetězci. Mezi takové plýtvání lze zařadit špatně zvolenou trasu, zastávky mimo trasu a další. (Fekeke, 2012)

Zásoby

Stanovení minimální a maximální hodnoty zásob vede k eliminaci plýtvání. Zásoby vyskytující se nad maximální hodnotou zásob prodlužují čas cyklu výroby a mohou být spojeny s kvalitativními problémy z důvodu časového opotřebení materiálu (špatné skladování, životnost). Zásoby pod minimální hranicí hodnoty nepředstavují takový problém, protože jsou okamžitě spotřebovány ve výrobě, ale vzniká tak problém nedostatku materiálu ve skladu. Výroba se tedy zastavuje a vznikají tak prostoje. (Dennis, 2016)

Chyby

Chybou se rozumí všemu, co nesplňuje popis výrobku, který je nabízen a také služby spojené s výrobkem. Základem je navrhnout a definovat proces tak, aby vznikaly, pokud možno co nejmenší chyby ve výrobě, nejlépe žádné. (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012)

Chyby mohou vznikat při definování nových procesů a také při automatizaci společnosti. V dnešní době se mnoho firem dopouští chyb tím, že chtějí za každou cenu automatizovat svoji výrobu, i když na to není vhodná. Nastavování těchto procesů je z dlouhodobého hlediska nákladné a nezaručuje nám, že implementace automatizace bude mít větší výnos než postupné zlepšování bez automatizace. Mohou zde vzniknout chyby v procesu nastavování a následně chyby ve zmetkovitosti nebo kvalitě. (Jeston, 2018)

Nevyužitý potenciál

Pracovníci jsou důležitým aspektem ve všech činnostech společnosti a je potřeba jim naslouchat. Jsou totiž přímo v procesu a nejlépe vidí chyby dějící se kolem nich. Ve štíhlém podniku je potřeba podpořit návrhy zaměstnanců a věnovat jim pozornost.

Můžeme tak získat důležité informace ke zlepšení nebo rozšíření pracovních schopností pracovníků. (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012)

2. Mura

Plýtvání mura můžeme chápat jako nedostatečně propojené operace. U tohoto druhu plýtvání se můžeme zaměřit na hmotné toky a informační toky. (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012)

Hmotné toky

U hmotného toku převládá plýtvání mezi odběratelem a dodavatelem a také plýtvání při externích operacích prováděné pro firmu. Zde můžeme uvést, že může vznikat plýtvání v jinak standardizovaných procesech přepravy, kdy každá společnost používá jiný přepravní systém (naložení jeřábem a vyložení vysokozdvížným vozíkem). Dochází tak k různé manipulaci s materiálem, jako rozbalení a zabalení jiným způsobem. (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012)

Informační toky

Informace je důležitějším druhem plýtvání než hmotné položky v případě identifikace mura. Nedostatečné informace o logistických procesech mezi články výroby způsobují v konečné fázi obrovskou chybovost. Nepřehlednost pohybu materiálu nebo nedostatečné informace o poptávce či výrobním plánu může firmu stát velké náklady. Při předávání informací je také potřeba brát v potaz standardizaci předávaných dokumentů. (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012)

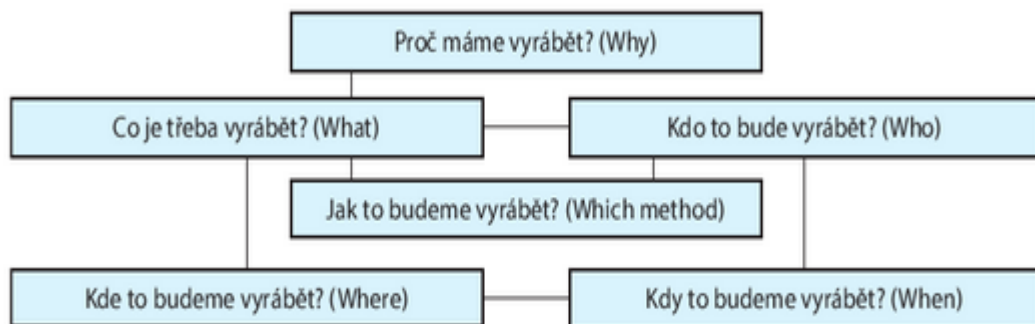
3. Muri

Jedná se o přetěžování pracovníků nacházejících se ve výrobě. Na pracovníky je vyvíjen tlak ze strany vedení, které chce odstranit nějakou část plýtvání z mudy. Negativně se to však projeví na kvalitě výrobků, když pracovníci budou ve stresu ze zvyšování norem nebo stroje budou přetíženy a budou potřebovat častější opravy. (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012)

2 VÝROBNÍ LOGISTIKA A VÝROBA

Výrobní logistika je nedílnou součástí všech společností, které produkují nějaký výrobek. Jsou to činnosti, které jsou spojeny především s materiálovým, ale také s informačním tokem po výrobě. Tok po výrobě začíná při převzetí materiálu na vstupní sklad a končí po ukončení procesu ve firmě čili expedicí výrobku ze společnosti. Hlavním cílem výrobní logistiky je zabezpečit plynulý chod výrobku po výrobě tak, aby nebyl výrobní proces nijak zastaven nebo opožděn. V tomto pojetí se výrobní logistika zabývá i řešením make or buy, tedy zda se výrobek nebo polotovary pro zrychlení výroby vyrobí ve společnosti, nebo se koupí u externí společnosti. (Dupař, 2018)

Výrobní logistika je úzce spjata s řízením a také plánováním výroby. Řízením materiálových toků dosahujeme ve společnosti realizace výrobků, kterých je adekvátní množství, ve správný čas, kvalitě, na správném místě, za optimálně vynaložených nákladových prostředků. Optimální nákladové prostředky však nejsou shodné s minimálními prostředky, a tak vzniká neutuchající tlak na snižování právě těchto nákladů. Optimální řízení výroby a logistiky spočívá v odpovědi na šest základních otázek v obr (Gros, 2016)



Obrázek 3 Šest základních otázek (Gros 2016)

Zejména v automobilovém průmyslu se ukazuje, že výrobní logistika může mít veliký vliv na budoucí konkurenci schopnost firem. Pro zlepšení konkurenceschopnosti firem na trhu musí být výrobky vyráběny v plně využitých zdrojích, ve správně naplánovaném výrobním plánu, aby byly dosaženy lhůty dané zákazníkem, následně byly sníženy náklady na celkovou výrobu a v poslední řadě zlepšit využití strojů. Z tohoto důvodu je výrobní logistika budoucností mnoha firem. (Yue et al., 2021)

2.1 Systém řízení výroby a plánování

Systémy plánování jsou velmi důležitou součástí pro správné zacházení se zásobami. Pomocí těchto systémů, které lze využít ve většině společností, můžeme určit optimální výrobní plán, který usiluje o optimální vytíženost výroby, pronájem, řízení zásob a další věci spojené s výrobou. (Gómez-Rocha et al., 2021)

Jednoduše řečeno jsou systémy využívány ke konečné spokojenosti zákazníka, která požaduje, aby jako cíle logistiky byly výrobky dodány ve správném čase, místě a kvalitě. Pro řízení těchto požadavků existují ve výrobě strategie, které dopomáhají k dosažení těchto požadavků. Při řízení výroby je důležitá identifikovatelnost, plán výroby, vizualizace pro lepší sledovanost, a také správná aplikace systému řízení výroby. V dnešní době můžeme využít několik možností, které nám literatura poskytuje. Mezi takové možnosti můžeme řadíme:

- Statistické řízení zásob
- Push a pull systémy
- Kanban
- MRP systémy
- DDMRP
- Just-in-time
- Teorie omezení (TOC) (Thürer et al, 2022)

2.1.1 Statistické řízení zásob

Princip statistického řízení zásob spočívá v založení mezi-zásob, které rozdělují veškeré operace. Tyto operace nejsou na další operacích závislé. V praktickém využití je možné si tuto metodu řízení představit tak, že každá operace má svůj vlastní sklad materiálu potřebný k provedení operace. Po provedení operace je tento materiál na skladu snížen o použité množství při operaci. Po odběru materiálu pod kritickou hranici je automaticky objednáno na sklad definované množství materiálu, které představuje co nejmenší náklady na řízení těchto zásob. Doplnování takového množství zaručuje, že výroba bude plynulá a nebude zbytečně prodlužována. Při neočekávaných okolnostech je při statistickém řízení zásob nutné udržovat pojistnou zásobu, která bude vyvažovat například zpoždění dodávky. (Bazala, 2011)

2.1.2 MRP systémy

1) MRP I

Hlavním cílem MRP I je kontrola zásob, stanovení ideálních provozních priorit pro výrobky, a hlavně plánování využití kapacity výrobních systémů. MRP I vypočítává potřeby materiálu pro výrobu, který je vypočítáván z objednávek nebo z odhadu budoucí poptávky po výrobku. MRP I je jeden z prvotních výrobních systémů, jenž dokázal odhadnout velikost objednávek. Prvky MRP I využívali už Římané pro své stavby nebo Číňané pro stavbu Velké čínské zdi. MRP I pak nabylo podobu s pokrokem výpočetní techniky umožňující zpracování většího objemu dat. Při zavedení MRP I se mnoho firem zbavilo velké investice do zásob a zlepšila se také zákaznická služba. MRP I je především zaměřen na výrobek. (Sabah M Al-Najjar, 2022)

2) MRP II

Systém MRP II se na rozdíl od systému MRP I, zaměřujícím se na materiálové plánování, zaměřuje na plánování výrobních zdrojů. Systém dokáže poskytnout pracovníkům dokumenty, jako jsou výrobní podnikové plány, výrobní plány pro samotné pracoviště či buňku, dále potřebu materiálu pro výrobu, plány expedování zboží, reporty o využití kapacit a další potřebné informace k plánování výroby. Cílem konceptu spočívá ve snižování výrobních nákladů, co nejvíce zmenšit skladové zásoby a v poslední fázi zlepšit služby zákazníkům. (Součková a Jerz, 2019)

Mezi výhody MRP můžeme zařadit uspořené náklady na pořízení a skladování materiálů, polotovarů a výrobků. (Keřkovský a Valsa, 2012)

2.1.3 Kanban

Kanban systém je založen na systému doplňování, který můžeme vidět v každodenním životě, například při nákupu potravin v supermarketu. Tyto supermarkety jsou doplňovány na základě podnětů z kanban karet, které položky ve výrobě či právě v supermarketu obsahují. Tyto Kanban karty vysílají signál o spotřebě materiálu či výrobků do skladu. Sklady na tento příkaz vychystají položku, pokud obsahuje i přidružené materiály tak i s nimi, a odesílají je na správné místo. Kanban systém se neustále snaží udržovat zásoby například v regále supermarketu plné i za předpokladu, že po zboží není poptávka. (Thürer et al., 2022)

Kanbanové karty mohou mít jakoukoli podobu, která vyhovuje pracovnímu prostředí firmy. Dříve se kanbanové karty vytvářely z kartonu a papíru. Dnes se pomocí digitalizace přechází na čárové kódy nebo dokonce i přenos bez hmatatelné kanbanové karty. Pro plánování jsou ve skladech využívány kanbanové tabule určující co, kam a v jakém množství dodat. (Gros, 2016)

Jurová (2013) udává několik předpokladů pro úspěšné implementování kanbanu ve společnosti. Jsou to:

- Optimální uspořádání layoutu pro daný výrobek
- Kvalita ve výkonu pracovníků na pracovišti
- Kvalitní pracovníci souznění s cílem firmy
- Vysoký stupeň opakovatelnosti

2.1.4 Just-in-time

System řízení Just-in-time (JIT) v překladu znamená „právě včas“. System JIT funguje přesně tak, jak je definován v názvu. Materiál se do výroby dodává v tu chvíli, kdy je potřeba a nevznikají tak zbytečné manipulační pohyby. JIT je zaměřené na skladování minimálních až nulových zásob. Tímto přístupem firmy ušetří na skladování zboží, ale o to víc se zvětší náklady na dodávaný materiál. (Schniederjans, 2018)

Cílem JIT je eliminace veškerých skladovacích položek a provádění dodávek položek častěji, ale v menším množství. Pro splnění tohoto cíle je potřeba splnit několik podmínek, které jsou důležité k uskutečnění k přístupu JIT.

Tyto podmínky jsou:

- Vzdálenost převozu
- Velikost výroby a prodeje
- Použití dopravní technologie
- Objemy dodávek
- Hodnoty přepravovaných položek
- Náklady na logistiku
- Čas a přesnost dodávaných položek (Dariusz Milewski, 2022)

2.1.5 Push a pull systém

Push systém

Push systém neboli systém tlaku materiálu do výroby je založen na myšlence, že je potřeba vyrábět i za předpokladu, že po výrobku nebude poptávka. Ve výrobě se tak nachází velmi mnoho rozpracovaných výrobků a může se stát, že v úzkém místě výroby nebude dostatek místa na skladování výrobků. Hlavní využití tohoto systému můžeme vidět v hromadné výrobě. (Součková a Jerz, 2019)

Pull systém

Systém pull je systém založen na bázi tahu. Oproti push systému je pull systém více orientován na zákazníka a na jeho poptávky. Je založený na plynulosti výroby, kdy se snaží, aby byl materiál ve výrobě co nejkratší možnou dobu a snížila se tak rozpracovanost výroby. (Součková a Jerz, 2019)

Výhodami tohoto systému je zpřehlednění toku materiálu po výrobě, méně dílu ve výrobě, což zapříčiní menší prostor pro výrobu nebo snižování výrobních dávek. Na druhou stranu je velká nevýhoda, že systém není tak flexibilní jako u předchozího systému, který dokáže reagovat rychleji na změny. (Dubovec, 2017)

2.1.6 Teorie omezení

Tuto teorii vymyslel izraelský fyzik Eliyahu Goldratt. Jedná se o identifikaci úzkého místa, které brzdí a zpomaluje celý proces jak logistický, tak výrobní. Pro lepší představu si teorii můžeme popsat jako řetěz, jehož nejslabší článek definuje jeho celkovou sílu. (Svozilová, 2011)

Úzkým místem můžeme definovat v podstatě cokoli ve výrobě či procesy spojené s výrobou jako například nedostatek materiálu, nedostatek kapacit, nedostatek dopravy nebo také nedostatek finančních prostředků. Hlavní myšlenka této teorie spočívá v identifikaci takového úzkého místa, maximálním využití kapacity úzkého místa, podřízení se tomuto úzkému místu, odstranění úzkého místa a následně identifikování nového úzkého místa ve výrobě. (Gros, 2016)

2.1.7 DDMRP

Systém DDMRP je novinkou ve světě a snaží se využít nedostatky ostatních předešlých přístupů ke svému prospěchu. Jedná se o systém, postavený na základech tradičního MRP

systemu, ale je kombinován na základě poptávky a úzkého místa v podobě systému teorie omezení. V DDMRP poptávku nelze definovat jako „co umíme a vybudujeme“, ale spíš ji definujeme jako teorii poptávky „co můžeme, prodáme“. (Shofa et al., 2018)

Nový přístup DDMRP můžeme rozřadit do pěti základních fází. První tři fáze systému se točí kolem vývoje a konfiguraci systému. Následné dvě další fáze jsou již fáze k plánování a provádění. Fáze tedy můžeme dělit na:

- Strategické umístění zásob
- Profil zákazníků a úrovní
- Dynamické přizpůsobení
- Plánování řízené poptávkou
- Zhotovení výroby (Shofa et al., 2018)

DDMRP je teprve ve fázích vývoje a je zapotřebí ještě několik úprav a vědeckých posudků, než bude tento systém použitelný v průmyslové oblasti. Jedná se však o blízkou budoucnost, kdy tento systém přijde na trh s kompletním řešením. (Azzamouri 2021)

2.2 Fáze výrobní logistiky

Pro výrobní logistiku jsme schopni určit základní fáze, které obsahuje v každé společnosti. V základních fázích si můžeme představit zajištění materiálu pro výrobu, jeho uskladnění a celkovou výrobu konečného výrobku.

1. Zajištění materiálu – jedná se o základní operaci zajišťující získání materiálu pro to, aby se výroba mohla uskutečnit. Nejedná se však jen o zajištění materiálu, ale je potřeba mít schopné pracovníky, kteří budou za využití potřebných nástrojů schopni zajistit tuto činnost.
2. Uskladnění materiálu – mnoho společností dodává do výroby materiál v množství, které obsahuje větší počet položek, než je potřeba na výrobu daného kusu. Z toho důvodu je potřeba najít skladovací prostory pro přebytečný materiál přicházející do výroby. Pro uskladnění je možno využít menších meziskladů nebo ponechat materiál přímo ve výrobě na určených místech, mnohdy i na neurčených. Při skladování přímo ve výrobě, zvláště na neurčených místech, může docházet ke ztrátě nebo odcizení materiálu z výroby. Tento materiál také zabírá místo například pro nové linky nebo i pro

rozpracovanou výrobu. V případě využívání meziskladu je zapotřebí vyřešit vnitropodnikovou dopravu, která může mít vliv na další logistické náklady.

3. Zhotovení výrobku – vyvrcholení celého snažení, který se snaží vyhotovit výrobek v co nejlepší kvalitě pro zákazníka. Z logistického pohledu jde v téhle poslední fázi o přesun materiálu nebo polotovaru na vyznačená místa pro opracování a následně odvoz hotových výrobků k procesu balení. Po balení jsou výrobky odváženy do expedičních skladů nebo jsou odvezeny přímo k zákazníkům (Oudová, 2016)

2.3 Typologie výroby

Pro použití různých systémů výroby musíme zohlednit s jakou výrobou se ve společnosti potýkáme. Ne každý systém výroby jde zavést na různé typy výrobků.

Typologii výroby tak můžeme rozdělit na:

1. Kusovou výrobu – výroba je zaměřena na velkou rozmanitost výrobků. Vytváří se nespočet výrobků, ale od každého je vyroben pouze jeden nebo jen malá dávka. (Oudová, 2013)
2. Sériová výroba – malá rozmanitost výroby se zaměřením na kvantitu. Sériová výroba je opakovatelná záležitost, kdy společnost vyrábí málo různorodé položky ve výrobě a ve velkém množství. (Oudová, 2013)
3. Hromadná výroba – výroba jednoho výrobku v dlouhém časovém období. Výrobek však může být typologicky odlišován například barvou.

V hromadné výrobě dále rozlišujeme charakter:

Proudová výroba – výroba je využita při velkém obměňování strojů nebo procesů.

Pásová výroba – zaveden pás, který posouvá materiál z jednoho místa na druhé. (Oudová, 2013)

3 INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ SYSTÉMY

Informace jsou jedním z nejdůležitějších prvků pro správné fungování logistického systému. Správně podaná informace může docílit správného řízení toku materiálu po společnosti i mimo ni a dokáže koordinovat logistický řetězec a služby spojené s ním. (Gros, 2016)

Informace je důležité pohlcovat, uschovat, pracovat s nimi a naučit se, jak je předat dál. Jsou takovým neviditelným výrobním činitelem, o který je potřeba pečovat. K takovému sběru informací můžeme využívat informační systémy pro řízení výroby a informací. (Součková a Jerz, 2019)

Každý dobrý logistický systém pak musí obsahovat subsystémy zaměřující se na určité specifické procesy. Mezi takové subsystémy můžeme řadit:

- Subsystém zásobování
- Subsystém řízení zásob a materiálového toku
- Subsystém výroby
- Subsystém logistického plánování
- Subsystém objednávek
- Subsystém poptávek (Gros, 2016)

3.1 Informační systémy

Informační logistický systém, dále jen LIS, je součástí celkového informačního systému společnosti. Tento systém zajišťuje vše potřebné ke kvalitnímu toku materiálu. K jeho funkčnosti je však zapotřebí:

- Technika – mezi technické prostředky zahrnujeme hardware, jako je například počítač či notebook, na který operuje personál. Součástí hardwaru mohou být počítačové sítě propojující počítače. Pod pojmem síť si můžeme představit switche nebo lan kabely vedoucí skrze podnik.
- Program – jedná se o softwarovou podporu. Software se stará o správný chod počítače. V softwaru se vyskytují různé programy na zpracování dat, komunikací nebo aplikace využívané k řešení úloh.
- Organizace – jedná se o pravidla či nařízení, které definují, jakým způsobem by se měl software nebo technika využívat.

- Personál – pracovníci určující, jak bude zacházeno s hardwarem a jaké informace budou zadávat do softwaru.
- Data – jsou to informace přicházející z výroby či od dodavatelů nebo odběratelů.
- Reálný svět – nařízení nebo směrnice podniku a další omezení, které mohou ohrozit výrobu či logistický proces. Můžeme zde řídit i možnost, jak sbírat data do informačního systému. (Řezáč, 2010)

Cílem LIS je sestavení ideálního pracovního prostředí za účelem řízení všech logistických činností spojené s informacemi a hmotnými toky. (Řezáč, 2010)

3.2 Technologie systémů a automatická identifikace

Automatické sbírání dat v dnešní době zrychluje proces přenášení informací na určité místo. Tato automatická identifikace sděluje informace o výrobku, surovině či materiálu. Z této informace pak můžeme vyčíst více než jen obyčejný typ výrobku. Je možné vyčíst také výrobní příkazy, pro jakého zákazníka je výrobek vytvářen nebo informaci o dokončení zakázky, prostě všechno, co chceme, aby přenášená informace obsahovala. (Součková a Jerz, 2019)

Pro sběr informací můžeme použít několik druhů technologie, což jsou:

- Optické
- Radiofrekvenční (RFID)
- Biometrické (Součková a Jerz, 2019)

3.3 Optická technologie

Tyto technologie jsou ve světě stále nejrozšířenějším systémem. Využívají čárové kódy, které všichni známe, protože se vyskytují na většině výrobků v supermarketech. Čárové kódy využívají celosvětového systému EAN (Europea Article Numbering). Ten je využíván především ke sledování toku výrobků. Optické systémy však nevyužívají pouze čárové kódy, jak je známe, ale v dnešní době jsou více využívány například technologie QR kódů.

3.3.1 Čárový kód

Čárový neboli také bar code je, jak je výše zmíněno doposud nejvyžívanější formou sledování toku výrobků. Jedná se o grafické zobrazení informací o výrobcích, jenž dokáže přečíst jen určitý typ zařízení, jako například čtečky nebo terminály. (Součková a Jerz, 2019)

Čárové kódy mohou být umístěny na jakémkoli materiálu. Nejčastěji však bývá umístěn na štítku, či obalovém materiálu. Pomocí štítku může vytvářet průvodku výrobku po výrobě. (Gros, 2016)

Struktura čárového kódu

Hlavní strukturou čárového kódu jsou kombinace černých a světlých čar, jejich hustota a také kontrast. Pro přečtení čárového kódu je však dodržet určité definované normy. Čtení probíhá pomocí snímačů produkující červené světlo. Světlo absorbuje černé čáry a světlé jsou odrazeny. Pomocí tohoto odrazu se informace převede do čísel, které jsou převedeny na písmena. S čárovým kódem je spojeno i informační číslo obsahující následující:

- Proměnou – volí výrobce
- Aplikační identifikátor – identifikace státu
- Kód výrobce
- Kód výrobku
- Kontrolní číslo (Součková a Jerz, 2019)

3.3.2 QR kód

Typ dvojrozměrného čárového kódu se ve světě stává čím dál populárnější. Umožňuje totiž větší přenos informací na relativně menším prostředí. Dříve byl u tohoto typu problém ve snímání, ale v dnešní době digitálních kamer je problém vyřešen. (Gros, 2016)

3.4 RFID

Radiofrekvenční technologie pracují ve formě rádiových vln, které vydávají signál ze speciálního čipu. Pro využití této technologie je zapotřebí zajistit tento čip vysílající vlny, snímač vln a anténu. Při zavedení RFID se logistické procesy stávají agilnější, než při zavedení bar codu nebo papírové dokumentace. (Mangan a Lalwani, 2016)

Využití technologie spočívá v automatizování činností, které by za normálních okolností musel provádět chybující personál. RFID pomáhá ulehčit proces přenášení informací o stavu výroby, množství a dalších informací, které si zvolíme. (Čujan, 2010)

Systém RFID můžeme dělit dle použití na dva typy, a to aktivní a pasivní.

Aktivní RFID

Mají základní vnitřnosti, bez kterých by se aktivní RFID neobešlo. Mezi základní komponenty musíme zařadit anténu, čtečku a tag. Aktivní RFID navíc potřebuje napájecí zdroj. Trh nám v dnešní době poskytuje dva systémy aktivních RFID. Prvním systémem obsahuje odpovídač, jenž musí čekat, než je přiložen k anténě odpovídající signál a až poté tak vysílá signální informace. Využití můžeme najít při platbě na mýtné bráně. Druhý systém obsahuje maják vysílající informace ve stejné periodě a to bez toho, aby se k zařízení přiblížila čtečka. Výhodou systému s majákem je obrovský dosah signálu. (Klauz, 2017)

Pasivní RFID

I pasivní RFID se musí skládat ze tří komponentů. Základními komponenty tedy jsou tag, anténa a čtečka. Tag v sobě obsahuje mikročip a anténu. S tímto systémem se v dnešní době může setkat skoro každý. Nejčastější podobou pasivních RFID tagů jsou karty, přívěsky, nálepky či etikety. Pro systém jsou využívána různá vodící pásma, která určují čtecí dosah. Nejmenším dosahem od čtečky jsou tagy kolem deseti centimetrů a nejdelší zase kolem pěti až šesti metrů. (Wanhua 2020)

Tagy nejsou napájeny žádným zdrojem, ale vyčkávají na signál, který jim vydává čtečka. Pokud se anténa z tagu spojí se signálem ze čtečky, začne vysílat informace obsažené v sobě. Následně čtečka zpracuje informace a posílá je dále. Výhoda systému je v tom, že provoz je v podstatě zdarma, až na pořízení hardwaru (karty, přívěsku). (Wanhua 2020)

3.5 Biometrické technologie

Pro využívání biometrické technologie jsou zapotřebí informace o rysu člověka, jako jsou otisky prstů, zornice očí, hlas anebo tvář člověka. Jsou využívány na vstupy do zabezpečených částí výroby, kdy mají přístup jen omezení pracovníci. Mezi takové místnosti můžeme řadit laboratoře, kontroly kvality a další. Pro logistický tok výrobku je však tato technologie v podstatě nevyužitelná. (Součková a Jerz, 2019)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

První kapitola praktické části v diplomové práci se věnuje představení firmy Kovárna VIVA, a.s., ve které je diplomová práce vykonávána. V kapitole jsou obsaženy základní údaje, historie společnosti, výrobní portfolio, ale také vize a hodnoty společnosti.

4.1 Popis společnosti

Kovárna VIVA, a.s. je dceřiná společnost Třineckých železáren, která byla do obchodního rejstříku zapsána v roce 1992 na krajském úřadu v Brně. První zmínky se však datují už od roku 1932, kdy kovárnu založil Tomáš Baťa jako součást svého koncernu na výrobu obuvi Baťa. Nyní se však společnost čítající více jak 400 zaměstnanců zaměřuje na odvětví jako je automobilový průmysl, strojírenství nebo také zemědělství. (Interní zdroj)

4.2 Základní údaje



Obrázek 4 Logo společnosti
(Interní zdroj)

| | |
|--------------------|---|
| Název společnosti: | Kovárna VIVA, a.s. |
| Sídlo: | Vavrečkova 5333, 76001 Zlín |
| Datum založení: | 27. října 1992 |
| Právní forma: | Akciová společnost |
| IČO: | 469 78 496 |
| Základní kapitál: | 50 000 000,- Kč |
| Akcie: | 50 ks ve jmenovité hodnotě 1 000 000,- Kč |
| Předmět podnikání: | Kovářství, podkovářství, obráběčství, Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona, činnost účetních poradců, vedení účetnictví, vedení daňové evidence. (Výpis obchodního rejstříku k 20. 4. 2022) |

4.3 Historie společnosti

Přestože prvotní zmínky ohledně kovárny jsou již z roku 1932, kdy byla součástí obuvnické firmy Baťa a následně byla znárodněna, tak ukáží důležité milníky společnosti od jejího vzniku 1992.

1992 – založení společnosti, která navazuje na tradici baťovské kovárny.

1993-1998 – první zahraniční zákazníci, významné rozšíření výroby (CNC stroje), navrhování produktů ve 3D v CAD a CAM.

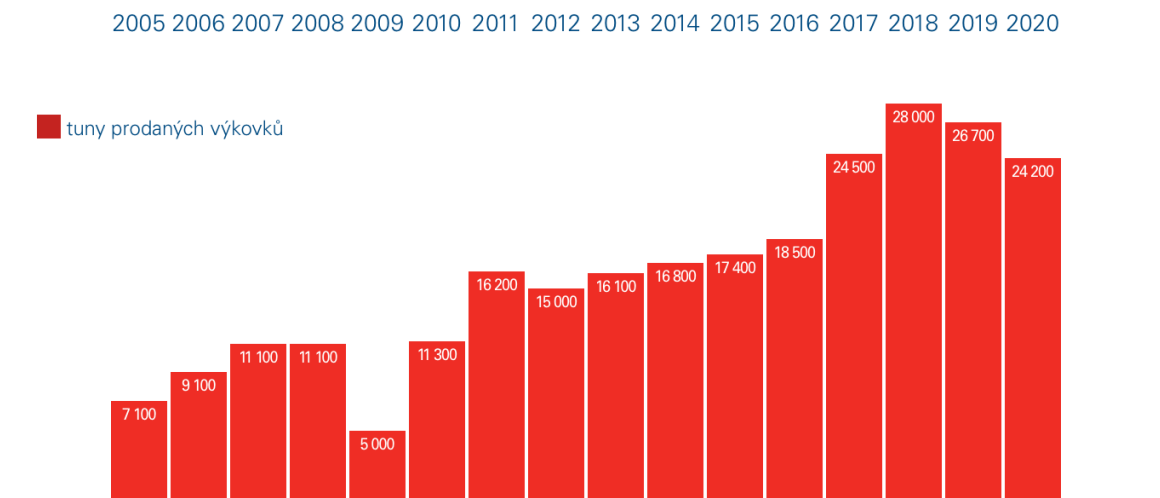
1998-2002 – modernizace výroby, společnost zaměstnává přes 100 zaměstnanců.

2003 – zahájení výroby pro automobilový průmysl a založení fyzikální laboratoře na kontrolu výrobků.

2008 – společnost zaměstnává 250 zaměstnanců.

2010-2015 – pořízení nové výrobní haly a koupení dceřiné společnosti Alper.

2016-2018 – tržby překračují hodnotu 1 miliardy korun. (Interní zdroj)



Obrázek 5 Prodané výkovky v tunách (Interní zdroj)

4.4 Hodnoty společnosti

Zákazník – partner přinášející do společnosti znalosti a profit, díky kterým lze dlouhodobě rozvíjet firmu. Základem je naslouchání každého zákazníka.

Zaměstnanec – dobré pracovní podmínky jsou pro společnost důležité, protože si udržuje výkonné a spokojené zaměstnance, kteří jsou pro společnost důležitým aspektem.

Zlepšování – neustálé zlepšování vede k lepšímu výkonu společnosti, odstranění plýtvání či zlepšení kvality výrobků. Zlepšování je nedílnou součástí pro lepší budoucnost společnosti.

Zodpovědnost – přijímání zodpovědnosti za své rozhodnutí, činnosti a své jednání. Zodpovědný zaměstnanec dokáže zvážit všechna rizika, která s sebou nesou jeho rozhodnutí. (Interní zdroj)



Obrázek 6 Hodnoty společnosti (Interní zdroj)

4.5 Výrobní program

Společnost se zabývá výrobou zápusťkových výkovků ze standartního, ale i ze speciálního druhu oceli, jako například legovaná nebo uhlíková ocel. Tyto výkovky se kovají na několika linkách, které dokážou vyrobit výkovky v rozmezí od 0,1 kg až 30 kg.

Celý proces výroby je však prováděn tak, aby splňoval podmínky certifikátu ISO 14001, ISO 50001 a IATF 16949, který dokládá, že společnost splňuje podmínku výroby pro automobilový průmysl.

Jak je již zřejmé, tak společnost produkuje nejvíce výrobků do odvětví automobilového průmyslu. Mezi výrobní portfolio patří převodovky a spojky nebo také brzdové systémy a tlumiče. Společnost se nebojí vytvářet vysoce namáhané podvozkové díly, tvarově náročné bezpečnostní díly nebo přesně obráběné komponenty do hydromotorů.

Mezi další produkci může společnost řadit díly pro vysokozdvížné, hydraulické systémy, součástky pro agrotechniku, strojírenství a v neposlední řadě zdravotnictví. (Interní zdroj)

4.6 Výrobní etapy

Výkovek je utvářen dle požadavku zákazníka. Dle finálního využití je také uspořádán sled operací. V dalších podkapitolách budou popsány nejdůležitější výrobní etapy.

4.6.1 Dělení materiálu

Společnost využívá tři způsoby dělení materiálu, a to stříhání, dělení kotoučovou pilou a dělení pásovou pilou.

Dělení pomocí stříhání je nejproduktivnější metodou, která vykazuje minimální známky odpadu. Využívá se hlavně pro dělení materiálu, které je naváženo na kovárnu, a následně jsou z tohoto materiálu vytvářeny výkovky. Pro kovárnu jsou stříhány materiály z ocelových tyčí.

Na druhou stranu dělení pilou jak kotoučovou, tak pásovou vykazuje známky odpadu. Jedná se o značně pomalejší dělení materiálu než stříhání, ale oproti stříhání je dělení pilou komplexnější. Díky tomuto způsobu lze dělit materiály jakéhokoli rozměru a tvaru, který stroj umožňuje. Tento způsob dělení se využívá na přípravu materiálu pro obrobení na CNC strojích.

4.6.2 Výroba zápustek

Pro výrobu zápustek, které jsou následně určeny do kovacího stroje, společnost využívá provoz zvaný nástrojárna. Zápustky jsou navrženy konstruktéry dle požadavků zákazníka a následně je vydán výrobní příkaz do výroby. Na výrobu zápustek je využíváno několik strojů a to brusky, CNC stroj, konvenční soustruhy, vrtačky a leštění.

4.6.3 Kování

Zápustkové kování je způsob kování, při kterém je materiál ohřátý přibližně na 1200 °C. Tento materiál se nahřívá v induktorech, jež se nachází u každého kovacího stroje. Pokud je však materiál nedohřátý nebo naopak přehřátý, jsou na linkách skluzu právě pro tento materiál. Při zápustkovém kování není výrobek vykován najednou, ale je rozdělen na několik etap dle náročnosti materiálu. Ukončení kování bývá ve většině případů ukončeno ostříhem, při kterém může být i děrování.

4.6.4 Tepelné zpracování

Ve společnosti jsou pro tepelné zpracování materiálu využívány průběžné a komorové pece. Tyto pece zajišťují zlepšení jak chemických, tak i technických vlastností výkovků. Zamezují případnému vnitřnímu pnutí ve výkovku.

4.6.5 Dokončovací operace

Dokončovací operace jsou poslední výrobní etapou. Ve společnosti se nachází několik dokončovacích operací. Mezi základní operace patří tryskání, kde je výkovek pomocí tryskače obalen granulátem, který zajistí, aby byl povrch sjednocený. Dalšími operacemi jsou například kalibrace, barvení nebo vizuální kontrola výkovku.

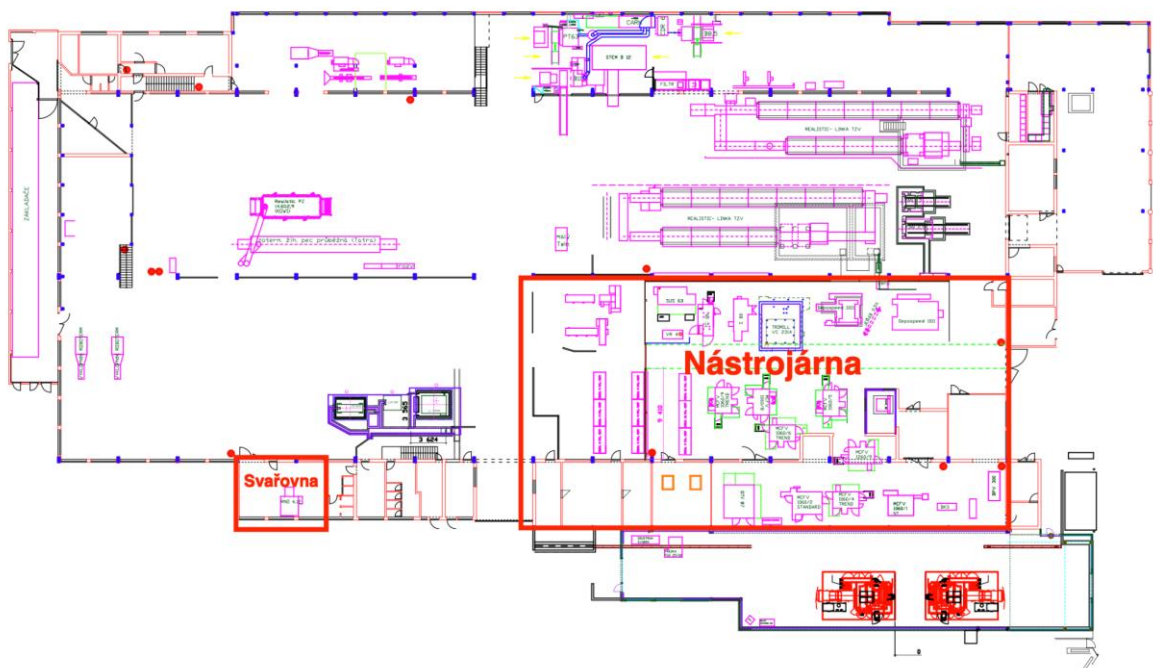
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Analytická část diplomové práce je zaměřena na sledování materiálového toku po provozu nástrojárna. Materiálový tok je sledován pro konkrétní skupinu výrobků, a to jak z procesu dělení, tak i pro výrobky přicházející na opravu z kování.

Zmínka je i o pracovníkovi interní logistiky na nástrojárně, na kterém bude provedeno měření výkonu práce. Společně s pracovníkem interní logistiky budou měřeni i operátoři strojů, u kterých bude zjišťován informační tok v zadávání práce. Pro přehled komunikace a zjištění nedostatků ve skladovacích prostorách nástrojárny bude analyzována komunikace mezi plánovači nástrojárny a hospodářem náradí, kteří jsou zodpovědní za vydávání výrobních příkazů.

5.1 Představení nástrojárny

Nástrojárna se nachází v 83. budově a vyrábí se zde zápustky dle daných rozměrů nebo náradí, které je následně použito v dalším provozu, a to zejména na kování.



Obrázek 7 Umístění nástrojárny (Vlastní zpracování)

Na nástrojárně se nachází několik skupin výroby, které jsou potřeba k výrobě zápustkových forem. Jedná se o skupiny dělení (první provedená operace), CNC strojů, vrtaček, konvenčních soustruhů a frézek, brusek, ruční práce mechaniků zajišťujících poslední fázi výroby před pracovištěm kontroly, kde je výrobek přeměřen ručním náradím a ve vybraných

případech také kontrolován pomocí 3D skeneru. Mezičlánkem mezi těmito operacemi je manipulační pracovník, který zajišťuje tok výrobků na provozu. K nástrojárně patří ještě pracoviště svařování, které se však nenachází v blízkosti provozu a probíhá zde návar na zápustky přicházející na opravu z kovární.

Nástrojárna pracuje kombinovaně na jednosměnný nebo dvousměnný provoz. Na jednosměnném provozu pracují pracovníci na ranní směně a to od 5:45 až do 13:45. Jedná se hlavně o pracovníky operující na bezobslužném stroji (CNC). Na dvousměnném provozu se tak potkávají hlavně pracovníci konvenčních soustruhů, mechaniků a brusek, kteří pracují na ranní směně od 5:45 až do 13:45 nebo odpolední od 13:45 až do 21:45.

Pracovníci jsou na pracovišti odměňováni dle odvedené práce. Pracují na základě přidělené práce od vedoucího nástrojárny nebo mistra výroby. Při nepřidělení práce pracují samostatně dle denního výrobního plánu od vedoucího nebo mistra.

Na nástrojárně se nachází také pracovník interní logistiky, dále jen manipulant, který manipuluje s polotovary z místa na místo, kde jsou aktuálně potřeba. Nachází se zde pouze jeden manipulant, který pracuje na ranní směně od 5:45 do 13:45.

5.1.1 Informační systém

Ve společnosti je celoplošně využíván informační systém ABAS propojující všechny výrobní provozy včetně nástrojárny. Informační systém je propojen s databázovým systémem nazývajícím se Teamcenter, kam technologové a konstruktéři ukládají výkresy daných výrobků a také technologické postupy. K příslušnému výrobku je zde uložena veškerá dokumentace těchto postupů a výkresů, jak stará, tak i nová. Do informačního systému mají přístup pouze vedoucí pracovníci a mistři.

Pomocí tohoto systému vytisknou vedoucí pracovníci nebo mistři výrobní příkaz, který obsahuje právě technologický postup a výkresovou dokumentaci z Teamcenter a předají dokumentaci pracovníkům ve výrobě. Výrobní příkaz se předává buď pracovníkovi dělení, u kterého začíná první operace, nebo manipulantovi, který ho následně přiřadí k odpovídajícímu výrobku přicházejícího z kovární.



Obrázek 8 Ukázka papírové dokumentace (Vlastní zpracování)

Pracovníci strojů pracují pomocí PMT toolkitu, dále jen PMT, který zprostředkovává externí firma Inseko. Jedná se o MES systém, pomocí kterého si pracovníci strojů vybírají práci a díky kterému je možné sledovat výkonost strojů.

5.2 ABC analýza

Pomocí provedené ABC analýzy, která se nachází v příloze P I, byla zjištěna nejvíce vyráběná skupina výrobků. Analýza určovala materiál dle vyrobeného množství v kusech. I když se jedná o skupinu výrobků, jejich technologický postup je odlišen pouze v maličkostech a poměrně velkou část operací absolvují stejně. Jedná se jen o malé úkony, například opravy nástroje, kdy některý nástroj může být jen obráběn a druhý musí podstoupit ještě svaření z důvodu poškození některé části nástroje.

V tabulce je obsažena pouze skupina A a malá část skupiny B, z důvodu velkého množství vyráběných výrobků. Celková analýza pak obsahuje přes tisíc položek. Analýza byla provedena pomocí Paretova pravidla, kdy bylo určeno 20,55 % výrobků ve skupině A.

5.3 Tok materiálu

Tok materiálu je proveden na výrobku, který byl vybrán pomocí ABC analýzy jako nejvíce obrátkový. Tok bude rozdělen na část, kde je výrobek tvořen od samého začátku čili od dělení a na část, kde bude výrobek přicházet z kovárný na renovaci. V toku materiálu bude

také rozděleno, kdy polotovar na nástrojárně převáží manipulant, a kdy jej převáží operátor stroje.

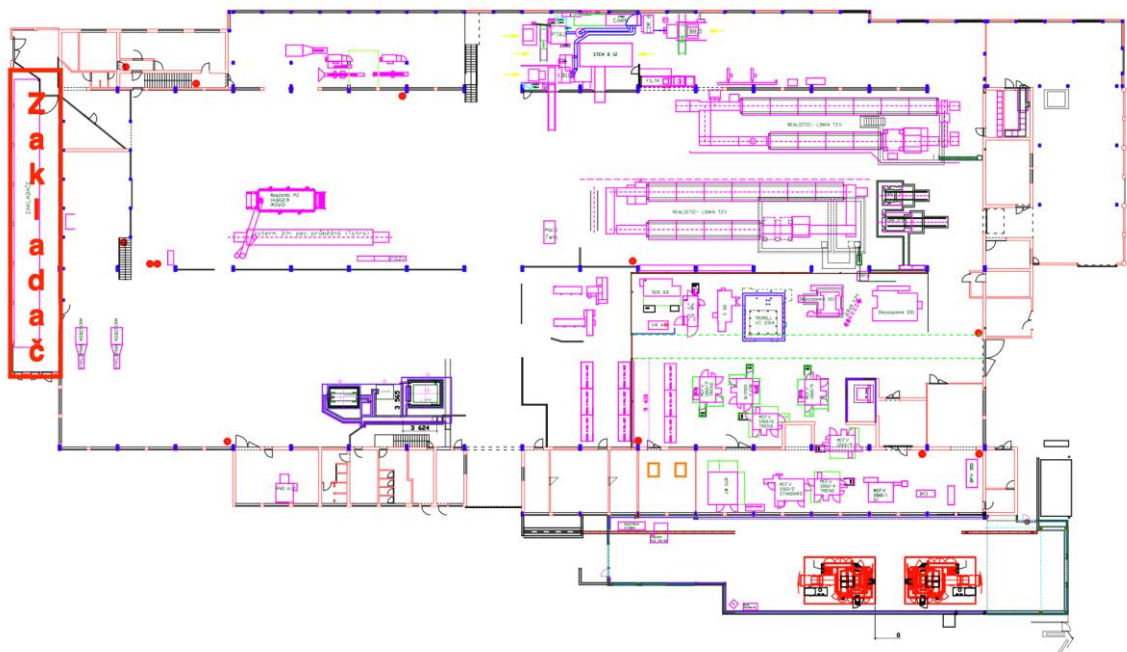
5.3.1 Tok materiálu z dělení

Obrázek v příloze P II zobrazuje materiálový tok. Z materiálu, který přichází z procesu dělení, vznikne zcela nový výrobek pro kovárnu. Proto prvotní operace musí být provedena na pracovišti dělení, kde z dlouhých tyčí jsou nařezány potřebné kusy pro výrobu. Od vstupu dělení až po výstup z dělení operuje s materiálem pouze pracovník dělení, který následně po dělení výrobky popíše a přiřadí složku s výrobním příkazem. Následně si polotovar přebírá manipulant a odváží jej dle výrobního příkazu na první operaci. Od této chvíle vzniká na pracovišti takzvaný logistický chaos. Již po první operaci operátor soustruhu nedává polotovar na předem určené místo, ale vybírá si jakýkoliv regál, kde vidí volné místo, jen aby neměl na pracovišti zbytečný polotovar. Zde však manipulantovi nepředává žádnou informaci o tom, že práci odvedl a kam polotovar uložil. Manipulant následně prohledává regály až daný výrobek najde a poté jej odveze na další operaci, jen v případě že kolem dalšího pracoviště je volné místo na uskladnění. Operátoři brusek následně přebírají polotovar a opracují jej dle výkresu. Po opracování jej vrací na místo, ze kterého jej vzali.

Při operacích na CNC strojích vzniká problém, že operátoři sami sobě berou práci. Při čekání na dokončení operace na svém stroji, operátoři prochází výrobu, kontrolují výkresy a výrobní příkazy a vhodné výrobky pro svoji mašinu odebírají z regálů nebo přímo z jiných pracovišť. Jak je vidět v nákresu na toku výrobku, operátor CNC stroje bere polotovar přímo z brusek a ukládá si jej ke svému pracovnímu místu. Vstupní sklady pro jeho pracoviště nejsou určeny, a tak polotovary přesouvá na pojízdný stůl u svého pracoviště, aby mu jej nikdo nevzal. Při výstupu ze stroje opět neinformuje manipulanta a polotovar znova odváží na jakékoli místo, kde je zrovna volno.

Manipulant opět polotovar hledá a převáží na další operaci, kde si pracovníci svoji práci neberou sami. Tím pracovištěm jsou mechanici, kteří mají na vstupním skladu pořád polotovary, protože skoro každý výrobek musí projít tímto pracovištěm. Přímo z pracoviště mechaniků si polotovar odebírá pracovník kontroly. Po kontrole umístí kontrolor polotovar před pracoviště, kde jej manipulant zakládá do regálu, kde zrovna vidí místo. Následně polotovar odváží na externí operaci, která je pro polotovar objednaná. Z externí operace je polotovar uložen do regálu, který je určen pro tyto polotovary z kooperace. Po uvolnění místa na nástrojárně jej odváží do regálu v provozu. Zde čeká, než se uvolní skladovací místo

na další operaci. Při tomto čekání se stává, že je polotovár několikrát přehozen z místa na místo. Po převezení na vstup u brusek je provedena daná operace a následně se opakuje stejná věc – přijdou pracovníci CNC strojů a berou polotovary přímo od brusek ke svému pracovišti. Opět po opracování odkládají polotovár na volné místo, kdekoliv po nástrojárně. Poté opět nastane hledání od manipulanta, který již naváže polotovár k mechanikům. Hotový výrobek si pak manipulant přebírá u výstupu z pracoviště kontroly. Zakládá výrobek do regálu, který je určený pro hotové výrobky. Problém nastává v tom, že právě tento regál bývá plný z důvodu skladování výrobků od pracovníků CNC. Pokud zde není místo, naskládá manipulant výrobek na paletu společně s dalšími výrobky, které jsou určeny k založení. Po naplnění palety odváží manipulant výrobky do zakladače na 83. budově.



Obrázek 9 Umístění zakladače (Vlastní zpracování)

5.3.2 Tok materiálu z kovárny

Obrázek toku materiálu se nachází v příloze P III. Materiál přicházející z kovárny obsahuje méně operací než materiál, který přichází z dělení. Jedná se totiž jen o opravu nástroje, který již byl v provozu kovárny. Dle poškození je na něm třeba provést určité operace, aby byl znovu použitelný. Nejčastěji se jedná o snížení nástroje pomocí CNC strojů.

Na vstupní sklad z kovárny naváže materiál pracovník obsluhující VZV na kovárně. Materiál pokládá na vstupní sklad a manipulantovi nepředává žádnou informaci. Pokud manipulant vidí paletu na vstupním skladu, tak jej převáží do regálu na nástrojárně. Zde opět začíná logistický chaos, kdy si jej hned po přivezení na nástrojárnu přebírají operátoři CNC strojů.

Jelikož se jedná o opravu, operátoři již znají polotovary a automaticky si je berou na své místo, kde ostatní budou vědět, že polotovar patří právě k tomuto stroji. Po obrobení uskladňuje polotovar na volné místo kdekoliv po nástrojárně. Po nalezení polotovaru manipulátem je odvezen na operaci k mechanikům. Opět se stává, že na vstupním skladu není dostatek místa a manipulát musí polotovar založit v regálu. Po uvolnění je polotovar navezen na sklad, přebírán mechaniky, opracován a poslán na výstup. Opakuje se zase odebírání polotovaru operátorem CNC stroje a ne manipulátem. Operace se opakují až po opětování opracování polotovaru mechaniky. Po posledním opracování je polotovar zkontrolován na pracovišti kontroly. Poté je umístěn na výstup z kontroly a převzat manipulátem. Manipulát již hotový výrobek, jako při toku materiálu z dělení, uskladní v regálu, následně ho uloží na paletu s ostatními výrobky a odveze ho do zakladače na 83. budově, kde čeká na další využití.

5.4 Analýza výkonu a práce manipulanta

V kapitole se zaměřím na výkon práce manipulanta nástrojárny, který má za úkol připravovat polotovary pro pracovníky strojů. Příprava by měla zahrnovat navážení ke strojům a odvoz na další pracoviště dle výrobního příkazu. Následně by měl vykonávat práci tak, aby se na pracovišti nehromadily přebytečné polotovary čili zakládání polotovarů do regálu. Bude sledován také jeho pohyb na pracovišti pomocí Spaghettiho diagramu.

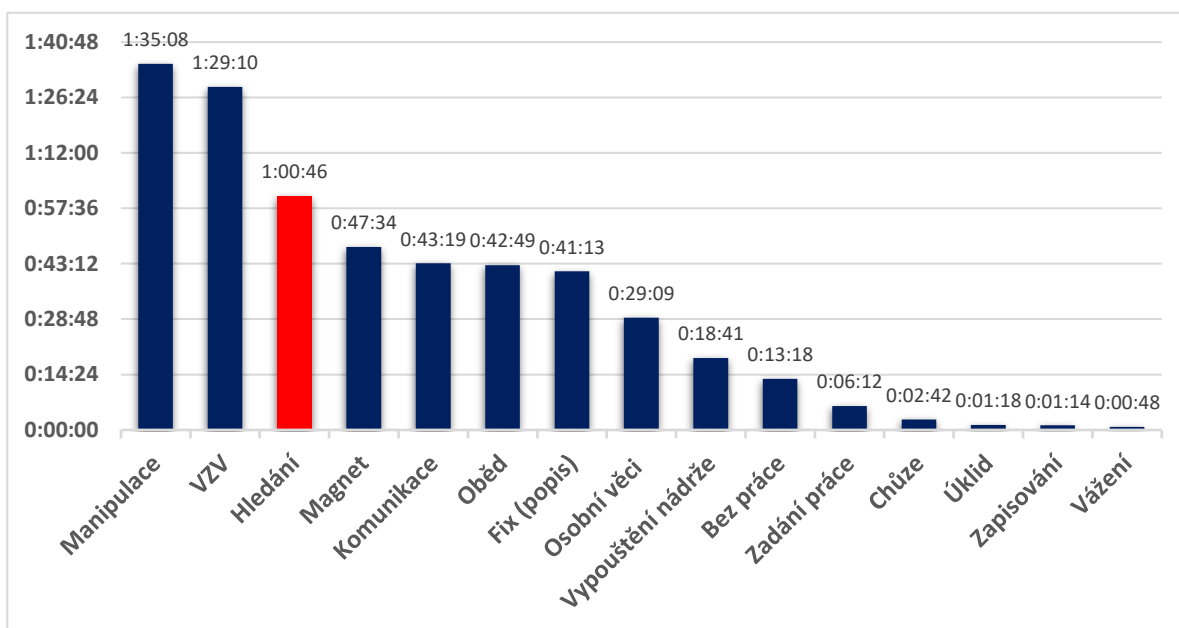
Nástrojárna požaduje minimálně tři pracovníky manipulanty, kteří budou vykonávat převoz výrobků na stroje. V současné době s výrobky manipuluje pouze jeden manipulát a druhý manipulát je ve zkušební době.

5.4.1 Manipulát 1

První měření manipulanta proběhlo 2. června 2021 na ranní směně od 5:45 do konce pracovní směny manipulanta, tedy až do 13:57. Manipulát byl již zaběhlým zaměstnancem, který pracoviště znal a věděl, co je jeho náplní práce. Během této směny vykonával několik činností spojené s jeho náplní práce. Jednalo se o zaměstnance, který nebyl zvyklý stát na místě a mít prostoje. Snažil se vyhledávat práci, i když zrovna žádnou neměl. V následující tabulce a grafu je ukázán pracovní výkon a vykonávané činnosti manipulanta 1.

Tabulka 1 Snímek manipulanta 1 (Vlastní zpracování)

| Manipulant 1 | | |
|-----------------------|----------------|----------------|
| Popis činnosti | Čas | Podíl |
| Manipulace | 1:35:08 | 19,28% |
| VZV | 1:29:10 | 18,07% |
| Hledání | 1:00:46 | 12,32% |
| Magnet | 0:47:34 | 9,64% |
| Komunikace | 0:43:19 | 8,78% |
| Oběd | 0:42:49 | 8,68% |
| Fix (popis) | 0:41:13 | 8,35% |
| Osobní věci | 0:29:09 | 5,91% |
| Vypouštění nádrže | 0:18:41 | 3,79% |
| Bez práce | 0:13:18 | 2,70% |
| Zadání práce | 0:06:12 | 1,26% |
| Chůze | 0:02:42 | 0,55% |
| Úklid | 0:01:18 | 0,26% |
| Zapisování | 0:01:14 | 0,25% |
| Vážení | 0:00:48 | 0,16% |
| Celkový součet | 8:13:21 | 100,00% |



Obrázek 10 Graf manipulanta 1 (Vlastní zpracování)

V tabulce jsou vypsané základní činnosti, které manipulanta během své směny vykonával. Červenou barvou je označena činnost, která představuje pro manipulanta největší plýtvání. Činnosti jsou napsány obecně, ale následující body budou věnovány popisu těchto činností a osvětlím, které činnosti jsou plýtváním.

1. **Manipulace** – jedná se o hlavní náplň práce manipulanta ve výrobě. Manipulace představuje činnost, kterou manipulant provádí sám bez pomoci jakéhokoliv stroje čili používá pouze vlastní síly. Manipulant 1 přesouval manipulací polotovary z pojízdného stolku na paletu, z palety na paletu anebo z palety na pojízdný stolek. Při manipulaci někdy využíval ruční VZV vozík, který si však přistavil a následně používal svou sílu. V případě manipulanta se tato činnost vyskytovala v 19,28 % manipulantovy směny.
2. **VZV** – v této činnosti využíval manipulant ručního VZV vozíku, pomocí kterého převážel na paletě polotovary. VZV byl využit také k zakládání palet do regálu a již výše popisovanému přistavení VZV k pojízdnému stolku. Následně je VZV využito k odvážení hotových výrobků do zakladače na 83. budově. Manipulant na své směně využíval VZV v 18,07 % své pracovní směny.
3. **Hledání** – hledání je nejvíce problémovým faktorem při práci manipulanta. Při pracovní směně manipulant 1 hledal výrobky či výrobní příkazy v 12,32 % pracovní směny, což je v přepočtu až jedna hodina, kterou mohl využít k převozu polotovarů na stroje či k jiné činnosti. Manipulantovo hledání spočívá v procházení výroby a otevírání výrobních příkazů, kde vidí, která operace byla provedena a která na provedení čeká. Výrobky nemají jasně určená skladovací místa, ale jsou rozmístěny po nástrojárně tam, kde bylo v danou chvíli místo. Manipulant nemá přehled o všech výrobcích nacházejících se na nástrojárně, protože mnoho výrobků si odeberou pracovníci strojů, kterým se polotovar hodí do plánování směny. Poté polotovar nenechávají na pracovišti ani jej nenavezou na další operaci, ale uloží ho do regálu, kde je v danou chvíli místo. Právě v těchto regálech probíhá nejvíce hledání ve výrobním příkazu, protože výrobní příkazy jsou volně uloženy na výrobcích, čímž často dochází k jejich promíchání, a tak manipulant musí kontrolovat výkresovou dokumentaci a hledat příslušný výrobek na skladovacím místě.
4. **Magnet** – Práci s magnetem můžeme definovat jako manipulaci pro polotovary, které nemůže manipulant zvednout vlastní silou, ale musí použít magnet zavěšený na jeřábu, který je sdílený pro celou nástrojárnu. Jedná se o polotovary, které přesahují váhu cca 15 kg. Manipulant 1 však zvládal manipulovat s většími váhy, a tak magnet nebyl využíván tak často.

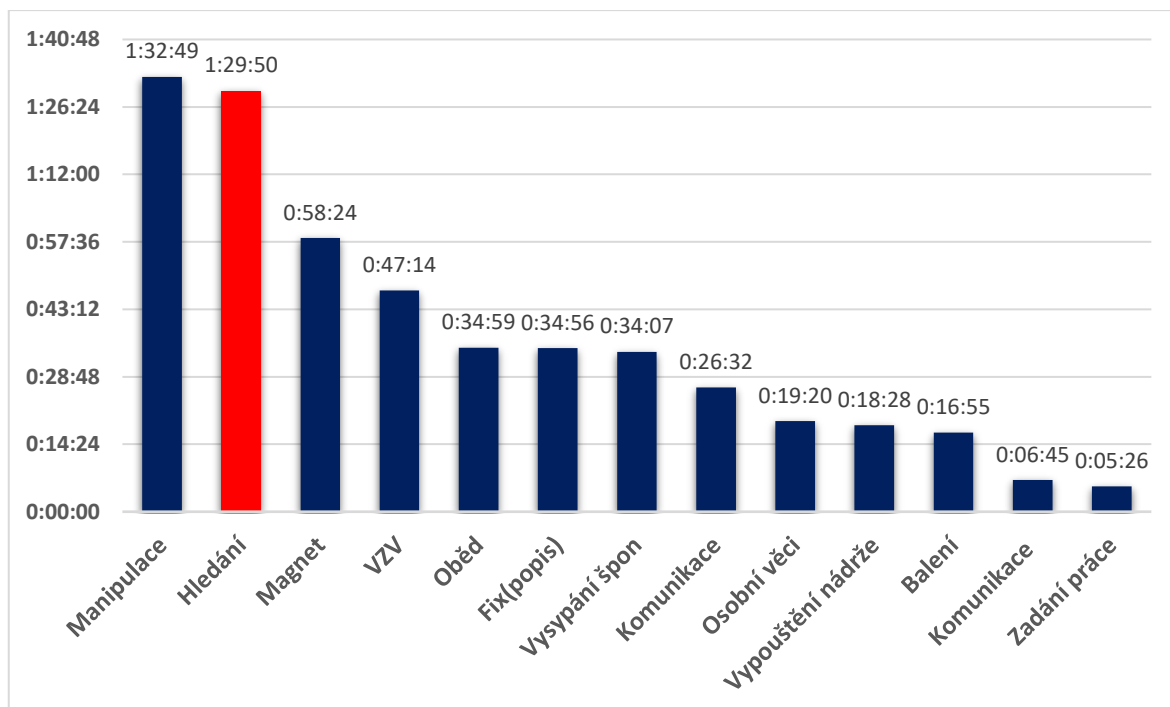
5. **Komunikace** - komunikace probíhala buď z iniciativy manipulanta, kdy se ptal operátorů na dokončenou výrobu, nebo probíhala ze strany mistra, který mu přidělil práci nebo úsek, který má projít a vyklidit.
6. **Fix (popis)** – tuto činnost vykonával manipulant při přijetí výrobků, které putovaly na renovaci. Výrobky z kovárny nebyly čitelně popsány, a tak manipulant pro lepší viditelnost zvýrazňovačem zaznamenával číslo výrobku, které bylo na nářadí.
7. **Osobní věci** – osobní věci v případě manipulanta 1 znamenaly používání mobilu, dále jídlo a pití.
8. **Vypouštění nádrže** – jedná se o kontejner, do něhož jsou vhozeny špony ze strojů. Do kontejneru protéká voda nebo zbytek chladicí emulze. Proces vykonává manipulant 2x až 3x do týdne.
9. **Zadání práce** – zadání práce probíhá na začátku směny, kdy je manipulant informován o činnostech, které jsou potřeba provést během směny.

5.4.2 Manipulant 2

Analýza druhého manipulanta probíhala dle 4. června 2021 opět na ranní směně od 5:45 až do konce směny 14:03. Manipulantovy činnosti jsou stejné jak u manipulanta 1 a tato druhá analýza slouží k utvrzení prvotních dat. Popis činností je shodný s činnostmi jako v případě manipulanta 1.

Tabulka 2 Snímek manipulanta 2 (Vlastní zpracování)

| Manipulant 2 | | |
|-----------------------|----------------|----------------|
| Popis činnosti | Čas | Podíl |
| Manipulace | 1:32:49 | 19,11% |
| Hledání | 1:29:50 | 18,49% |
| Magnet | 0:58:24 | 12,02% |
| VZV | 0:47:14 | 9,72% |
| Oběd | 0:34:59 | 7,20% |
| Fix(popis) | 0:34:56 | 7,19% |
| Vysypání špon | 0:34:07 | 7,02% |
| Komunikace | 0:26:32 | 5,46% |
| Osobní věci | 0:19:20 | 3,98% |
| Vypouštění nádrže | 0:18:28 | 3,80% |
| Balení | 0:16:55 | 3,48% |
| Komunikace | 0:06:45 | 1,39% |
| Zadání práce | 0:05:26 | 1,12% |
| Celkový součet | 8:05:45 | 100,00% |



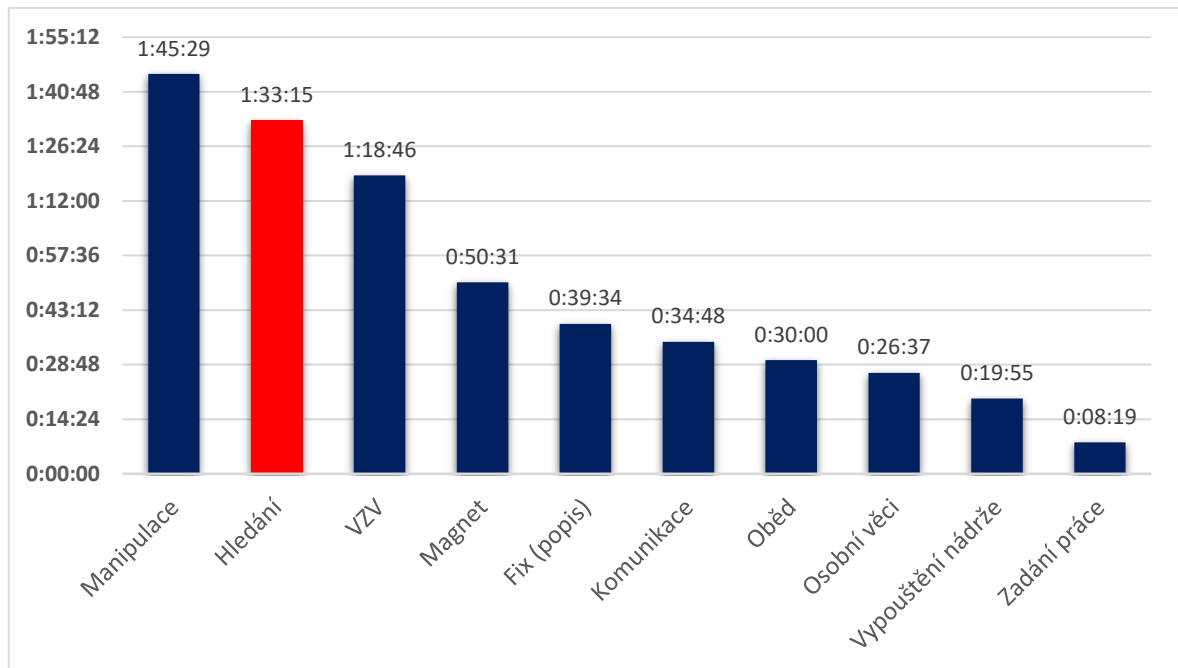
Obrázek 11 Graf manipulanta 2 (Vlastní zpracování)

5.4.3 Manipulant 3

V případě manipulanta 3 probíhala analýza dne 8. června 2021 od 5:45 do 13:52. Ve třetím případě měření byl měřen manipulant stejný jako prvního dne měření, tedy manipulant 1. Třetí měření je opět jen potvrzující měření, kde činnosti jsou stejné jako u manipulanta 1.

Tabulka 3 Snímek manipulanta 3 (Vlastní zpracování)

| Manipulant 3 | | |
|-----------------------|----------------|----------------|
| Popis činnosti | Čas | Podíl |
| Manipulace | 1:45:29 | 21,65% |
| Hledání | 1:33:15 | 19,14% |
| VZV | 1:18:46 | 16,17% |
| Magnet | 0:50:31 | 10,37% |
| Fix (popis) | 0:39:34 | 8,12% |
| Komunikace | 0:34:48 | 7,14% |
| Oběd | 0:30:00 | 6,16% |
| Osobní věci | 0:26:37 | 5,46% |
| Vypouštění nádrže | 0:19:55 | 4,09% |
| Zadáání práce | 0:08:19 | 1,71% |
| Celkový součet | 8:07:14 | 100,00% |



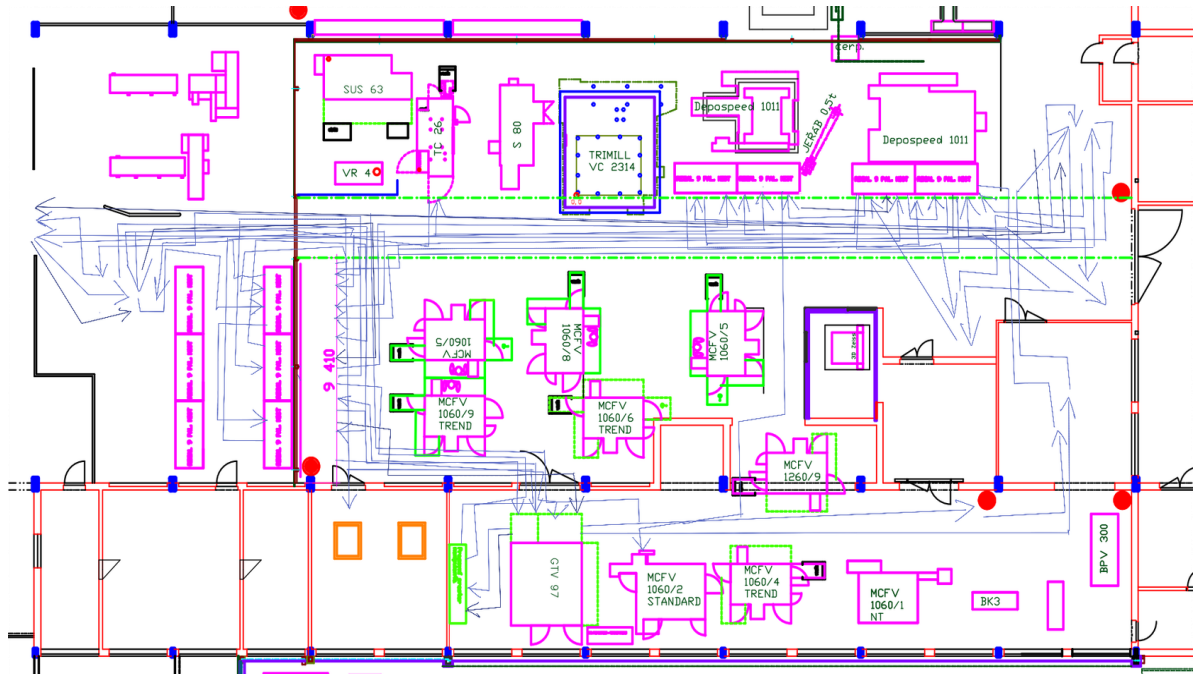
Obrázek 12 Graf manipulanta 3 (Vlastní zpracování)

5.4.4 Spaghetti diagram

Pomocí Spaghettiho diagramu je provedena analýza pohybu manipulanta po nástrojárně společně s měřením výkonu práce manipulanta. Manipulant během celé směny nachodil 12 583 kroků. V diagramu se však nenachází pohyb manipulanta do zakladače, ale je naznačen pouze východem z pracoviště na levé straně obrázku.

Manipulant nemá jasně definovaný pohyb po pracovišti, protože nemá žádnou komunikaci mezi odvedenou prací, za kterou by měl jít, ale svou práci musí hledat po celé nástrojárně. Z obrázku je patrné, že jeho pohyb je chaotický a nespĺňuje hlavní činnost, kterou by měl vykonávat, a to navážení polotovaru na stroje operátorům. Místo toho trávil většinu času přechody mezi regály, kde hledal ve výrobním příkazu nebo tvořil prostor pro další polotovary. Tvořením prostoru však nevytvářel žádnou přidanou hodnotu, ale uklízel přeházený materiál, který do regálu navezli operátoři strojů. Uklízení spočívalo pouze v přerovnávání polotovarů z jedné strany na druhou, a tak byl prostor uklízený pouze opticky, ne však tak, aby bylo možné do uklízeného prostoru přidat další paletu nebo polotovar.

V levé části obrázku manipulát přebíral nástroje z kovárny, které následně navážel do nástrojárny a umisťoval je do regálu 9 410, kde si jej ve většině případů přebrali operátoři strojů.



Obrázek 13 Spaghetti diagram (Vlastní zpracování)

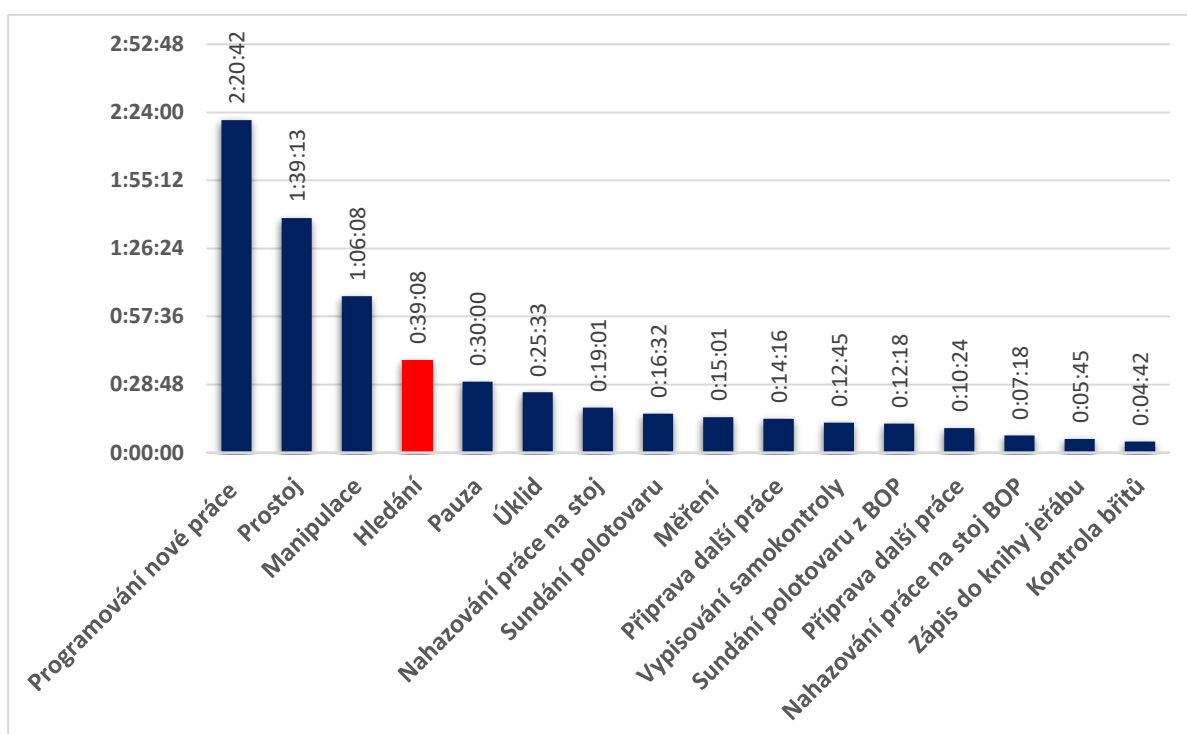
5.5 Analýza výkonu práce operátorů CNC strojů

Analýza operátorů strojů byla zvolena z důvodu zjištění komunikace zadávání práce od mistrů nástrojárny. Při měření manipulátů však bylo zjištěno, že operátoři CNC strojů samovolně naváží výrobky na svůj stroj dle své potřeby, a to se ukázalo jako další důvod k provedení analýzy právě těchto operátorů. Analýza byla provedena dne 24. června 2021. Veškeré činnosti, které operátoři vykonávají, obsahuje následující tabulka.

Tabulka 4 Snímek operátora CNC (Vlastní zpracování)

| Popis činnosti | Čas | Podíl |
|--------------------------|---------|--------|
| Programování nové práce | 2:20:42 | 27,12% |
| Prostoj | 1:39:13 | 19,13% |
| Manipulace | 1:06:08 | 12,75% |
| Hledání | 0:39:08 | 7,54% |
| Pauza | 0:30:00 | 5,78% |
| Úklid | 0:25:33 | 4,93% |
| Nahazování práce na stoj | 0:19:01 | 3,67% |
| Sundání polotovaru | 0:16:32 | 3,19% |
| Měření | 0:15:01 | 2,89% |

| | | |
|------------------------------|----------------|----------------|
| Příprava další práce | 0:14:16 | 2,75% |
| Vypisování samokontroly | 0:12:45 | 2,46% |
| Sundání polotovaru z BOP | 0:12:18 | 2,37% |
| Příprava další práce | 0:10:24 | 2,00% |
| Nahazování práce na stoj BOP | 0:07:18 | 1,41% |
| Zápis do knihy jeřábu | 0:05:45 | 1,11% |
| Kontrola břitů | 0:04:42 | 0,91% |
| Celkový součet | 8:38:46 | 100,00% |



Obrázek 14 Graf operátora CNC (Vlastní zpracování)

Z tabulky a grafu můžeme vyčíst, že jeho hlavní náplní práce bylo programování strojů, což souhlasí s jeho pracovní náplní. Po naprogramování stroj pracuje sám a operátor nemusí u stroje být přítomen po celou dobu operace.

Činnosti jsou jako u manipulanta napsány obecně, a proto v následujících pod bodech budou detailněji popsány hlavní body a co ve svém obecném pojetí představují.

1. **Programování práce** – programování práce je hlavní činností operátorů CNC strojů, kde pomocí výkresu, který je v papírové podobě připnut ke stroji magnetem, naprogramují práci tak, aby odpovídala právě výkresu.
2. **Hledání** – jedná se o velmi důležitý až alarmující bod měření, protože pod bodem hledání se skrývá hledání výrobků pro daný stroj. Přestože v analýze bylo zjištěno,

že hledání zabírá operátorům pouze 7,54 % z pracovní doby, což se rovná necelým čtyřiceti minutám pracovní doby, tak tento bod by se neměl u operátorů jakéhokoli stroje vůbec objevit. Není to totiž náplní práce operátorů. Právě díky hledání výrobků během volného času si operátoři dokážou najít takovou práci, která jim vyhovuje do pracovního plánu. Neberou tak ohled na datum dokončení polotovaru, ale jen na ulehčení své práce. I když se může zdát, že ve svém volném času pomáhají manipulantom, opak je pravdou a přidávají práci manipulantom, který i když může získat nějaký přehled o rozpracované výrobě a může vědět, kam polotovary uložil, tak operátoři mohou celý tento přehled zhroutit a po opracování uložit polotovar na jiné místo, než bylo před operací. Tímto manipulantom nezbyvá nic jiného než daný výrobek hledat. Vzniká tak zpoždění při dodání výrobků na kovárnu a tím i změnu plánu kování, který se pak odráží na hromadění polotovarů na nástrojárně.

3. **Manipulace** – oproti hledání, manipulace patří do pracovní náplně operátorů, protože s výrobky manipulují do stroje a také ze stroje ven. Manipulace je však spjatá i s hledáním výrobků, protože výrobky, které si operátoři během volna našli tak si je okamžitě přemístí na své pracoviště, aby nepřijel jiný operátor a práci si nevzal na svůj stroj. Pro manipulaci na svůj stroj používají operátoři převážně magnet, zavěšený na jeřábu. Magnet je však sdílený s celou nástrojárnou a mohou tak zabírat magnet manipulantom nebo jinému pracovníkovi, který potřebuje dostat polotovar do stroje nebo ze stroje.
4. **Úklid** – operátoři jsou povinni si uklízet kolem svých strojů, na kterých operují. Úklid by měl být prováděn během doby, kdy mají stroje v provozu. Jedná se hlavně o odstranění špon kolem pracoviště a vyvezení kontejnerů plného špon.
5. **Měření a vypisování samokontroly** – měření výrobků provádí operátor pomocí sondy, která je součástí CNC obráběcích center. Po měření operátor ručně zapisuje naměřené hodnoty do karty samokontroly, která je uložena s výrobním příkazem a výkresovou dokumentací ve složce polotovaru.
6. **Příprava další práce (komunikace)** - mezi přípravou práce bylo zařazeno několik činností. Před přípravou polotovaru samotného musel operátor vybrat, který polotovar bude opracovávat. Pro výběr má operátor dvě možnosti, a to že práci si našel dle svého uvážení nebo práce mu byla přidělena mistrem nebo vedoucím nástrojárny. Předání informací od vedoucích na nástrojárně probíhá poměrně zastarale pomocí papírků, na kterých bylo napsané, jaký výrobek by měl operátor

opracovat. Při plánování takovém plánování a předání informací se stávalo, že operátor do poslední chvíle nevěděl, zda někdo přijde s prací, kterou musí provést nebo si práci bude muset najít sám. Dle tohoto se operátoři přizpůsobili chodu nástrojárny a svou práci si začali navzájem brát, aby měli jistotu, že stroj bude neustále v provozu, protože operátoři strojů jsou placeni od práce a každé zastavení stroje jim nepřináší vlastní zisk.

5.6 Komunikace mezi plánovači nástrojárny a správcem nářadí

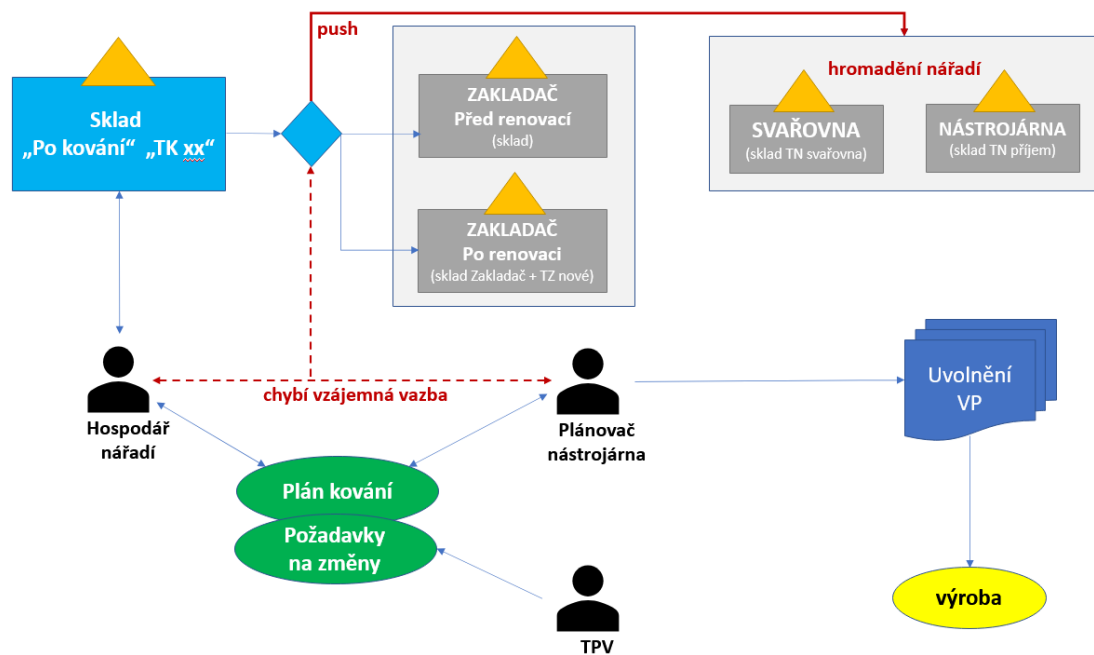
V kapitole bude analyzována komunikace, která probíhá napříč kovárnou a nástrojárnou, mezi plánovači nástrojárny (mistři nebo vedoucí nástrojárny), kteří vydávají výrobní příkazy a mezi hospodářem nářadí, který určuje, zda je nářadí znova použitelné a je potřeba jej renovovat na nástrojárně nebo jej musí vyřadit z výroby a musí nechat vyrobiť nové.

Hospodář nářadí operuje především na kovárenském provozu, kde určuje potřebnosti nářadí. Kovárna obsahuje vlastní sklad nářadí, kde je umístěno nářadí, které lze znova použít do výroby. Úzce spolupracuje s mistry kovárny, kteří určují, co se bude kovat. Při vynětí zápusťky z kovacího lisu analyzuje hospodář nářadí nástroj a rozhoduje se, zda pošle nástroj na renovaci na nástrojárnu nebo ponechá ve skladu nářadí na kovárně. Při renovaci hospodář nářadí nahlíží na plán kování, který mu ukazuje, zda se bude s daným nářadí ještě někdy pracovat. Pokud vidí, že nářadí bude potřeba, tak jej posílá automaticky na nástrojárnu, kde se podrobí renovaci. Při posílání na renovaci hospodář nehledí na datum dalšího využití nářadí.

Na opačné straně do stejného plánu kování nahlíží i plánovač nástrojárny (mistr nebo vedoucí nástrojárny), který uvolňuje výrobní příkazy do výroby. Plánovači na nástrojárnu přijde nářadí, které poslal hospodář výroby na opravu. Ten automaticky vydává výrobní příkaz k renovaci daného nářadí, i když je nářadí potřeba pro kování až za dlouho dobu. Během této doby může nastat situace, že nářadí nebude potřeba delší dobu, než bylo plánováno (změnil se plán kování). V takovém případě nastává situace, že nářadí zůstává na nástrojárně dlouho dobu, až se z něj stává ležák, který zabírá skladovací místo pro ostatní výrobky.

V horším případě vydává výrobní příkaz na nové nářadí, které nebude potřeba, kvůli změně plánu kování, o kterém jej hospodář nářadí neinformoval a jsou tak do výroby uvolněny další výrobní příkazy, které nemusí být delší dobu dokončeny a opět zabírají místo na nástrojárně. Na vině je zde špatná komunikace až žádná mezi hospodářem nářadí a plánovači nástrojárny.

Tímto přístupem vzniká push systém na nástrojárně, kde v konečné fázi jsou do výroby vypuštěny výrobky, které nakonec nebudou využity.



Obrázek 15 Ukázka komunikace (Vlastní zpracování)

5.7 Skladování materiálu

V příloze P IV se nachází přehled skladovaných polotovarů byl proveden na základě opticky přeplněného provozu a zjištění, že v informačním systému se nachází přes 1200 otevřených výrobních příkazů a z toho je 900 výrobních příkazů mrtvých (nebyla provedena žádná operace nebo polotovar nebyl dokončen).

Položky nemohou být z informačního systému odstraněny, když se fyzicky nacházejí na nástrojárně. Proto byl vytisknut seznam všech aktivních i neaktivních položek a postupně byla procházena nástrojárna, kde se identifikovaly všechny položky s datem dokončení delší než jeden rok. Analýza těchto polotovarů určovala místo, kde se dané polotovary přibližně nachází. Z přehledu dat je také zřetelné, že skladovací místa nejsou určena ani nijak popsána. Polotovary tak volně leží po celé nástrojárně, kde se zrovna nachází místo k uskladnění.

Konečný dokument byl předán mistrům nástrojárny a hospodáři náradí, kteří podle shromážděných dat a svých zkušeností budou postupně polotovary eliminovat nebo z polotovarů vytvoří jiný nástroj.



Obrázek 16 Skladovaný materiál (Vlastní zpracování)

5.8 Shrnutí analytické části

V analytické části byl cíl zjistit tok materiálu po nástrojárně. Pomocí ABC analýzy a po konzultaci nebo brainstormingu s technologií byla vybrána skupina výrobku s podobným výrobním procesem. Byla provedena analýza toku materiálu od procesu dělení a také analýza toku materiálu přicházejícího na opravu z kovárny. Z analýzy vyplývá, že manipulantovu práci zastávají i operátoři CNC obráběcích center. Takový přístup operátorů ztěžuje práci manipulantovi v tom, že ztrácí přehled o provedených operacích na polotovarech. Dále bylo zjištěno, že v nástrojárně nejsou jasně definována skladovací místa pro určité stroje. Kvůli nedefinovaným skladovacím místům vzniká na nástrojárně nepřehlednost v rozpracované výrobě. Operátoři strojů ukládají polotovary na volné místo kdekoli v nástrojárně, aniž by někomu sdělili polohu právě daného polotovaru. Manipulant následně polotovary hledá a převáží na další operace.

Pro lepší přehled práce, kterou vykonává manipulant, byla uskutečněna analýza výkonu práce manipulanta. Analýza ukázala, že velkou část pracovní směny manipulantů tvoří hledání polotovarů a hledání v papírových složkách, které představuje plýtvání. Hledání je

podmíněno nedefinováním skladovacích míst a následné manipulace od operátoru CNC. Z provedeného Spaghettiho diagramu je očividné, že manipulátův pohyb tvoří z velké části pohyb mezi regály, kde přerovnává polotovary z místa na místo, aby uvolnil místo další paletě a dalším polotovarům. Pracovní činností je však navážení materiálu operátorů na stroje. Tuto činnost však z velké části zastávají operátoři sami. Proto byla zvolena analýza práce i pro operátory CNC strojů.

V analýze bylo zjištěno hledání výrobků a hledání ve výkresové dokumentaci. Tato činnost by se u operátorů neměla vůbec vyskytovat, protože hledání není náplní práce operátorů. Operátoři si touto činností hledají polotovary, které budou obrábět nehledě na datum dokončení polotovaru. Po nalezení potřebných polotovarů si všechny nalezené polotovary navezou na své pracoviště nebo do své blízkosti, aby práce nebyla ukradena jiným operátorem. Velkým nedostatkem zjištěným během měření byla také komunikace při zadávání práce od mistrů. Zadání práce probíhalo pomocí papírků, na kterých byl napsán polotovar, který má být obroběn. Jednalo se hlavně o polotovary spěchající na výrobu. Pokud polotovar nebyl termínově ohrožen pracovali operátoři dle svého uvážení. Tím vznikalo, že některé výrobky nebyly vyrobeny včas a kvůli tomuto zpoždění se na kovárně mohl změnit plán kování.

Plán kování navázal na další část analytické části a tou byla komunikaci mezi hospodářem náradí a plánovači nástrojárny. V případě, který se vyskytoval zde tak žádná komunikace mezi těmito dvěma stranami neprobíhala. Při této absenci komunikace vznikalo v informačním systému několik požadavků na výrobní příkaz. Hospodář náradí zadal příkaz na nástroj a bylo zjištěno, že nástroj už ve výrobě je, a tak byl zhotoven nebo v horším případě nedokončen další nástroj. Hospodář také posílal náradí na opravu ihned po odchodu z kovárny i když nástroj nebyl potřeba například tři měsíce. Tímto se na nástrojárně kupily polotovary, které manipulát přemísťoval ze strany na stranu, aby utvořil místo pro další polotovary přicházející do nástrojárny. V poslední analýze je vytvořena tabulka, která obsahuje takzvané ležáky, které se na nástrojárně vyskytují déle než jeden rok. Pomocí této tabulky bylo zjištěno nadměrné skladování nepotřebných polotovarů na nástrojárně zabírající místo pro skladování nových polotovarů, které jsou skutečně potřeba, aby výrobou protekly co nejrychleji.

Tato analýza současného stavu bude podkladem pro zhotovení projektové části.

6 PROJEKTOVÁ ČÁST

6.1 Cíle projektu

Cíl pro projekt je definován jako optimalizace logistických procesů a informačního toku na nástrojárně. Již z definovaného cíle je možné vyčíst, že provoz projde rapidní změnou v přepravě materiálu na pracoviště a zadávání práce skrze informační systém. Tyto změny si můžeme představit jako jednotlivé činnosti, které je třeba splnit, aby se cíl projektu naplnil.

Mezi pod body patří:

1. Eliminace papírových výrobních příkazů
2. Efektivnější práce manipulanta
3. Přehlednost rozpracované výroby
4. Snížení počtu otevřených výrobních příkazů
5. Snížení počtu skladovacích položek na nástrojárně před započítáním výroby
6. Zavedení bezpapírové výrobní dokumentace

6.1.1 Projektový tým

Výběr projektového týmu spočíval ve znalostech v oblasti toku materiálu na nástrojárně, elektrotechnice, informačního systému ABAS a koordinační pracovník.

Do projektového týmu byli po tomto výběru zařazeni pracovníci:

1 člen týmu – vedoucí nástrojárny

2 člen týmu – mistr nástrojárny

3 člen týmu – pracovník nástrojárny (CNC)

4 člen týmu – správce sítě

5 člen týmu – specialista na informační systém ABAS (externí pracovník)

6 a 7 člen týmu – průmyslový inženýr

Manažer projekt je vedoucí pracovník pro rozvoj a sponzorem projektu se stal výrobní ředitel.

6.2 Časový harmonogram projektu

Časový harmonogram projektu se nachází v příloze P V. První analýzy dle harmonogramu probíhaly již v květnu roku 2021, kdy byla provedena analýza skladovaných výrobků, které se nachází na nástrojárně. Po zjištění kolik výrobků se na nástrojárně nachází byla provedena i analýza toku výrobku, které měl převážet manipulant, který byl taktéž analyzovaný. Na základě analýz v červnu vznikl projekt, jenž je detailněji popsán v následujících kapitolách. V následujících měsících probíhal projekt dle plánu naznačené na obrázku výše. V červnu roku 2022 je plánováno ukončení projektu a předání jej do užívání na nástrojárně. Po předání do užívání je v plánu optimalizovat nedostatky, které ukáže ostrý provoz.

6.3 Nový tok materiálu

V následující kapitole bude popsán nově navržený tok materiálu, který bude rozdělen do několika základních podkapitol, dle postupu při vytváření projektu.

6.3.1 Určení skladovacích míst

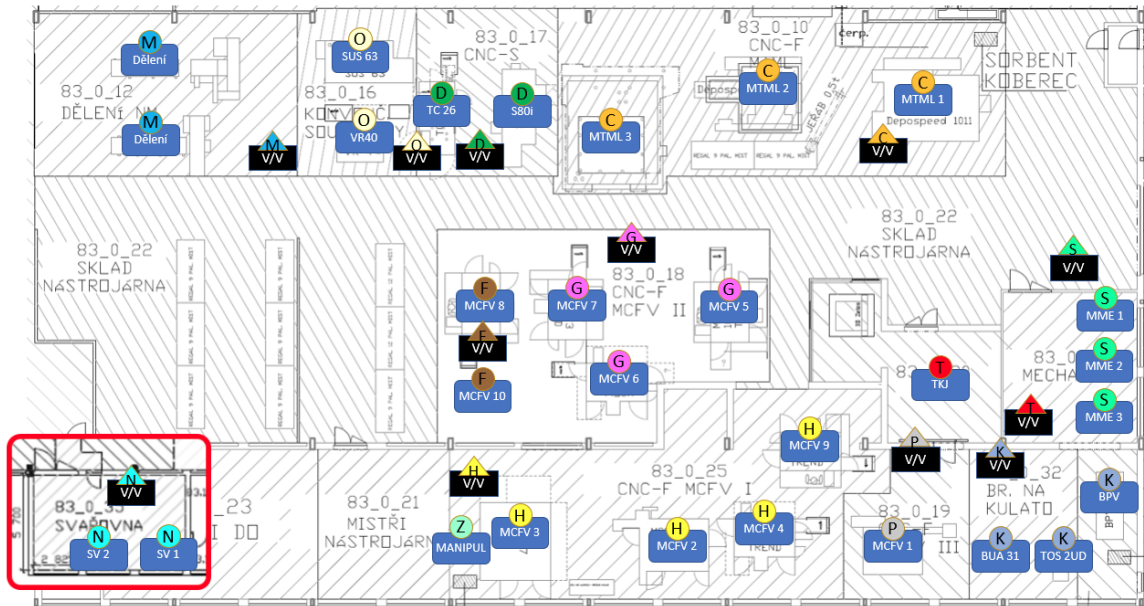
Vytvoření skladovacích míst byl stěžejní úkol pro budoucí podobu celého konceptu projektu. Na tento úkon budou navázány další úkoly týkající se projektu. Na určení skladovacích míst se podíleli pracovníci průmyslového inženýrství, mistři nástrojárny a také vedoucí nástrojárny.

Dříve než byly určeny skladovací prostory, bylo potřeba určit, pro jaký stroj budou dané skladovací prostory vyčleněny. Protože nástrojárnu velmi omezují skladovací prostory, museli jsme ustoupit od myšlenky skladovacích prostor pro jednotlivé stroje. V návaznosti na tohle rozhodnutí byla vždy vytvořena skupina strojů nebo pracovníků, v případě mechaniků, pro které bude skladovací místo určeno. Odrazovým můstkem pro určení těchto skladovacích míst bylo přibližné skladování materiálu pro dané pracoviště, při určení některých skladovacích míst byla některá místa změněna úplně.

6.3.2 Načítací uzly a terminály

Při určení skladovacích míst vznikl prostor na určení míst pro načítací uzly, které budou přiřazeny k danému skladovacímu místu. Načítací uzel se bude nacházet v blízkosti skladovacích prostor pro pracoviště. Uzel byl konzultován mistry nástrojárny a také se správcem sítě, který musel provést zasíťování celého provozu novými síťovými kabely. V rámci tohoto bodu bylo nutné vyčíslit přibližnou hodnotu natažení síťového kabelu

a instalaci nových racků (nosníků pro síťové kabely skrz výrobu) na určené místo, toto vyčíslení je zobrazeno v poslední kapitole diplomové práce. Vzniklo tak dvanáct skupin pracovišť a každé z těchto pracovišť bude obsahovat načítací uzel poblíž vstupního skladu na pracovišti. Uzel bude obsahovat pouze kabely, které budou napájet terminál.



Obrázek 17 Načítací uzly (Vlastní zpracování)

Pro umístění načítacího uzlu bylo potřeba uchytit jej na zeď nebo regál. Tuto podmínku nebylo možné dodržet u všech načítacích míst, proto bylo nutné vybudovat ve výrobě železné sloupky, na které bude načítací terminál uchycen. Pro výrobu těchto sloupků byla zajištěna externí firma.



Obrázek 18 Železný sloupek (Vlastní zpracování)

Výběr načítacího terminálu byla v této části projektu největší překážka. Pro projekt bylo důležité, aby terminál načítal RFID karty a dokázal odvádět tyto data o lokaci a průběhu výroby do informačního systému ABAS. Pro načítání RFID karet musí být použita čtečka karet a na odvádění do informačního systému byla jasná volba v podobě přístroje Raspberry PI. Raspberry PI je nízkonákladový minipočítač, který se velikostí podobá kreditní kartě. Pomocí různých krytů je možné jej uložit ve výrobě. Skrz SD kartu, je následně nahraný informační systém.



Obrázek 19 Raspberry PI (Vlastní zpracování)

K Raspberry PI však musí být připojena obrazovka, která tento informační systém bude zobrazovat, a navíc bude zobrazovat, zda byla RFID karta načtena na uvedeném místě. Dohromady to jsou tři věci, které jsou potřeba k vytvoření načítacího terminálu.

K Raspberry PI bylo připojeno zařízení PoE HaT a všechny zařízení budou napájeny pomocí jednoho ethernetového kabelu vedoucího v racku. Připojení PoE HaT však zamezilo vložení jednotky Raspberry PI do standardizovaného obalu, který je určen právě jen na minipočítač.

Společnost vlastní 3D tiskárnu na které je možné vytisknout skoro jakýkoliv tvar. Z tohoto důvodu se začalo pracovat s myšlenkou vytvoření úplně nového krytu na všechny komponenty, které jsou potřeba k fungování načítacího terminálu. Musela se však vybrat vhodná obrazovka pro načítací terminál. Obrazovka byla však příliš velká na to, aby se

zobrazovalo jen, zda je karta načtena nebo ne. Proto se přistoupilo ke kroku, že bude využit dotykový displej. Tento displej bude propojen s Raspberry PI který bude přenášet obraz ze zařízení.

Posledním komponentem je čtečka RFID karet. Vše dohromady bylo vloženo do obalu, který se navrhl přímo pro tyto komponenty a načitací terminál byl z pohledu hardwaru hotový.



Obrázek 20 Case s Raspberry PI (Vlastní zpracování)

Ze pohledu softwaru byla vytvořena číselná řada, kterou vytvořil externí pracovník a specialista na informační systém ABAS.

6.3.3 RFID karty

RFID karty budou na pracovišti nejviditelnější změnou. Karty budou nahrazovat tištěnou dokumentaci všech výrobků nacházející se na nástrojárně, která obsahovala výrobní příkaz s výkresovou dokumentací. Vznikne tak lepší vizuální prostředí pro práci manipulanta, který se nebude muset přehrabovat v papírových složkách, které jsou volně loženy u výrobků, ale uvidí pouze RFID kartičku, podstatně menší než papírové složky.

Jelikož všechny výrobky, které nástrojárna produkuje, jsou kovové, bude RFID kartička přichycená magnetem. Byla provedena rešerše na dostupnost magnetů a také jejich technických vlastností. Na základě této rešerše se objednalo na zkoušku několik druhů magnetů, a to feritové magnety, neodymové magnety a magnetické gumy. Po zkouškách s pracovníky na nástrojárně, kde pracovníci demonstrovali, jak s kartami budou zacházet, byla vybrána varianta dvou neodymových magnetů ve tvaru čtverce, které budou přichyceny na zadní straně RFID kartičky. Na magnety nebude nanášeno žádné další lepidlo, protože již obsahují jednu stranu, která je lepivá a dokáže se přichytit na plastovou kartičku.



Obrázek 21 RFID karta na polotovaru (Vlastní zpracování)

Po určení, jak přichytit kartičku byl důležitý obsah přední strany, kterou budou pracovníci číst. Kartička bude určitě obsahovat ID karty a barcode (čárový kód), kterým si bude moci manipulovat načíst výrobní příkaz a výkresovou dokumentaci. Tyto dvě věci byly podmínkou pro fungování a identifikaci kartičky a budou na kartě vytištěny přímo ve výrobě externí firmou. Karta bude velká 80 mm x 60 mm a tyto dvě věci budou zabírat pouze 20 mm. Další 60 mm bude určeno pro technické specifikace výrobku, které se projednají s pracovníky a mistry nástrojárny. Tyto údaje budou tištěny na samolepící papír, který se následně nalepí na odpovídající kartičku, na kterou se také pomocí čtečky karet nahraje RFID tag z informačního systému. Na tisk těchto štítků bude koupena nová tiskárna pouze na tisk těchto samolepících štítků. Tento tisk a nahrávání RFID tagů bude zařizovat mistr nebo vedoucí nástrojárny.

Obsahově pak na kartičkách bude natištěno následující:

- Číslo výrobního příkazu

- Číslo zakázky
- Typ výrobku
- Název výrobku
- Zmenšený obrázek výrobku
- Jakost
- Délka
- Rozměr
- Z jakého místa výrobek přichází
- ID karty s barcodem



Obrázek 22 Návrh RFID karty

6.3.4 Fronta práce pro pracovníky strojů

Pracovníci na nástrojárně fungují jako samostatné jednotky a jsou odměňováni od práce, kterou vykonají během směny i po ní. Při nesprávném úkolování pracovníků se naskytl problém, že každý pracovník převážně CNC strojů si uspořádal pracovní směnu dle nejlepší práce, která se na nástrojárně vyskytovala. Pomocí tohoto plánování byli zaměstnanci schopni naplánovat práci i po svém odchodu. Čili bezobslužný stroj byl v provozu i další tři hodiny potom co pracovník odešel. Tímto způsobem přidělování práce vznikalo, že potřebné zakázky nebyly zhotoveny včas a na druhou stranu zakázky, které nebyly potřeba byly tvořeny v dalekém předstihu. Tvořil se také zmatek ve skladovaných materiálech, kde se

materiály přehazovaly z jedné strany provozu na druhou, aby se utvořilo místo pro něco jiného.

Pracovníci si pomocí PMT terminálu, které jsou umístěny u strojů, vybírají práci, kterou uznají za vhodnou. Tento terminál bude softwarově pozměněn a pracovníci nebudou moct vybírat z jakéhokoli materiálu na nástrojárně. Výběr bude omezen na materiál, který bude pomocí RFID kartičky a načítacího terminálu fyzicky umístěn na skladovacím místě před skupinou strojů, která byla určena. Utvoří se tak fronta práce, kterou budou muset pracovníci provést, než dostanou další. Dle data ukončení bude tato fronta práce aktualizována a k jednotlivým položkám bude přiřazována priorita. Tuto prioritu může určovat i mistr, pokud nějaký produkt bude potřeba vyrobit k dřívějšímu termínu. Frontu práce uvidí také mistr nástrojárny, který může přidělovat práci ne na skupinu, ale přímo na daný stroj. Po vykonání práce bude poslána informace do tabletu manipulanci, který bude vědět, že na pracovišti se nachází opracovaný výrobek, který lze převést na další výrobní operaci.

Tímto softwarovým řešením se zamezí, že pracovníci nebudou vyrábět jen ty výrobky, které se jim hodí do naplánování práce, ale budou muset vyrábět výrobky, které jsou skutečně potřebné. Zamezí se tak nadměrnému skladování výrobku na provozu a výrobek by měl nástrojárnou protéct plynuleji, než bylo doposud.

6.3.5 Práce manipulanta v novém logistickém toku

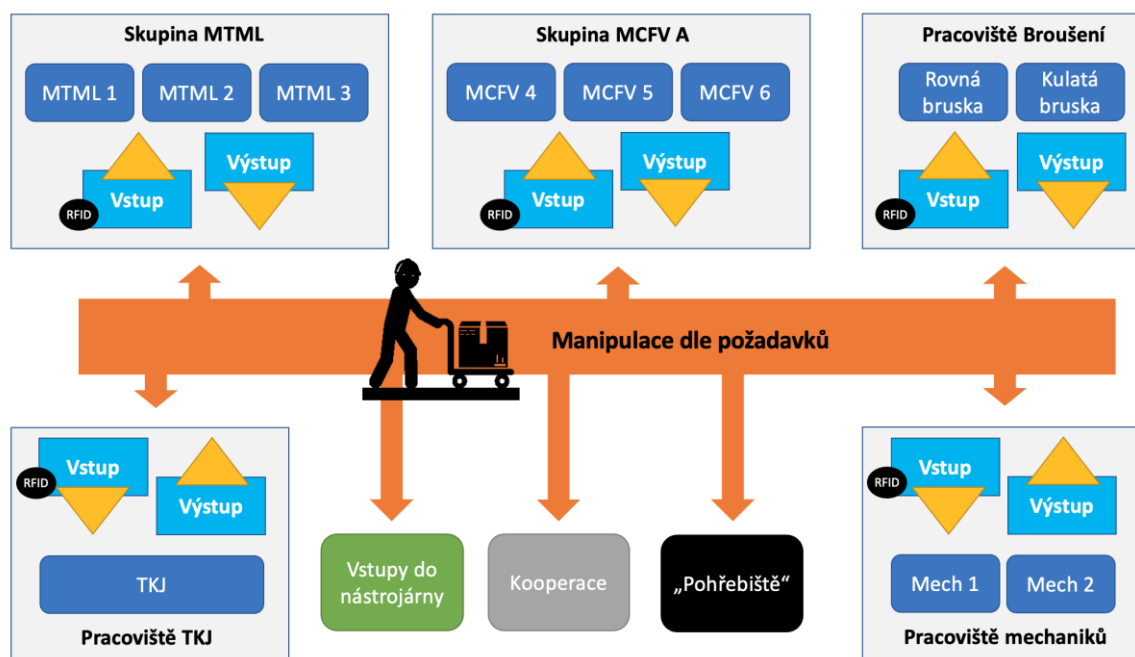
Manipulant bude vykonávat stejnou práci jak doposud, a to manipulování s výrobky a navázení na místo, které je další v technologickém postupu výrobku. Doposud však neměl moc příležitostí navázat materiál na CNC stroje, protože operátoři CNC strojů byli rychlejší než operátor a obstarali si materiál dříve, než jim manipulant byl schopen navést určený materiál.

Pomocí RFID kartiček, které se budou nacházet na výrobcích místo papírové dokumentace, jež se na nástrojárně nacházela doposud a byla značně nepřehledná, bude manipulant načítat na načítací terminály tyto kartičky daného výrobku a bude tak zřejmé kde se výrobek bude nacházet.

Pro práci byl manipulanci zřízený pracovní prostor, kde bude mít pracovní nářadí a osobní věci. K tomuto pracovnímu prostoru dostanou také manipulanti nové tablety, které budou zobrazovat potřebné informace k výkonu práce.

Tablet bude obsahovat funkci NFC pro načtení RFID kartičky. Pomocí NFC bude moct manipulát načíst přesné technické specifikace s výrobním postupem a také výkresovou dokumentaci výrobku. Do tabletu bude moct manipulát zadat výrobní příkaz ručně, aby se načetly technické specifikace s výkresovou dokumentací v případě nefunkčnosti čtečky. V tabletu manipulát uvidí i průběh výrobků, který se právě nachází na nástrojárně. Na tabletu si dokáže rozkliknout, kolik výrobků se nachází na daném skladu a jaké výrobky jsou již opracované a přichystané k převozu na další pracoviště. Pro tablet bude zřízen pomocí 3D tisku držák, který bude uchopen na VZV vozíku, se kterým manipulát po většinu času pracuje nebo se nachází v jeho blízkosti. Pokud tablet nebude umístěn na VZV vozíku, bude jej manipulát mít v nabíjecí stanici na svém nově zřízeném pracovišti.

Nové organizace práce pro manipulanta by měla zajistit lepší přehled o rozpracované výrobě a taky efektivnější manipulaci skrz nástrojárnu. Hlavním cílem této organizace práce bylo také omezení hledání výrobků, které mají být opracovány na strojích.



Obrázek 23 Ukázka nové práce manipulanta (Vlastní zpracování)

6.4 Zobrazování výrobních výkresů

Při odstranění papírové dokumentace je potřeba převést nejen výrobní příkazy s výrobním postupem do digitální podoby, ale také výkresovou dokumentaci potřebnou k výrobě každého výrobku. Výrobní postup, který je důležitý hlavně pro manipulanta a není tak významný pro pracovníky strojů byl vyřešen pomocí načítacích terminálů. Výkresová

dokumentace je pro pracovníky strojů hlavně CNC jedna z nejdůležitějších, protože pomocí tohoto dokumentu nastavují stroje na potřebné parametry.

Pracovníci strojů si výkresovou dokumentaci nejčastěji připínají pomocí magnetů přímo na stroj, aby jej měli co nejbližše programovacímu stolku, a pracovní plochy kam je výrobek vkládán na opracování. Výkresy jsou brány společně s výrobním příkazem ze složky k danému výrobku.



Obrázek 24 Výkresová dokumentace na magnetu (Vlastní zpracování)

Nahrazení výkresové dokumentace bude realizovaný pomocí dotykových obrazovek o velikosti 24 palců, které budou uchyceny u každého stroje tak, aby pracovníkům co nejvíce vyhovovaly pracovní podmínky. Obrazovky usazení obrazovek bylo řešeno s pracovníky přímo na pracovišti, kdy museli říct, jak by jim obrazovka vyhovovala nejvíce.

Při určování těchto míst většina pracovníků nebyla schopna říct, které místo by bylo adekvátní pro jejich pracoviště. Proto jim byla obrazovka přinesena na místo pro lepší



Obrázek 25 Obrazovka na výkresy (Vlastní zpracování)

představivost. I přes tuto demonstraci nebyli pracovníci určit pro některá pracoviště místo, a tak jim místo bylo přiděleno. Pracovníci, kteří nedisponují velkými technickými znalostmi, jsou k tomuto zobrazování výkresů skeptičtí. Taková situace musela vyřešit příslibem tisku výkresové dokumentace. Čili pracovníci budou moct stále tisknout výkresovou dokumentaci, ale musí požádat mistra o tento výtisk.

Po určení zobrazovacích míst byla přivolána externí firma, se kterou bylo projednáno možné uchycení obrazovky na dané pracoviště. Pro ještě lepší viditelnost výkresů bylo na uchycení obrazovek použito ohebné rameno. Díky ohebnému ramenu mohou operátoři manipulovat a nastavovat obrazovku k obrazu svému. Z důvodu nemožnosti vrtání do CNC strojů musel být u každého stroje vytvořený železný sloupek ukotvený do země, na který bude ohebné rameno přimontované. Obrazovky budou také obaleny ochranným rámem, aby se předešlo jejich poškození zvenčí. Na zobrazování výkresové dokumentace bude pracovat externí pracovník, který bude mít za úkol, aby se výkres zobrazil po zadání výrobního příkazu do informačního systému na pracovišti.

6.5 Samokontrola

Samokontrolu provádí operátoři obráběcích CNC center, a která je detailněji popsána v kapitole 5.5. Z analýzy vyplývá, že samokontrola je součástí papírové složky obsahující navíc výrobní příkaz a výkresovou dokumentaci. Obě tyto dokumentace jsou již digitalizovány v předcházejících kapitolách, ale pro celkovou digitalizaci je potřeba převést do digitální podoby i kartu samokontroly.

U každého obráběcího CNC centra se již nachází dotyková obrazovka, která operátorům ukazuje výkresovou dokumentaci s měrnými jednotkami a je načtena pomocí RFID kartičky. Jako výkresová dokumentace a výrobní příkaz, bude samokontrola taktéž nahrána do RFID kartičky. Operátoři budou mít na dotykové obrazovce zobrazen informační systém ABAS, kde budou nahrávat RFID kartičku. Po načtení kartičky bude si moct operátor zobrazit buď výrobní dokumentaci, nebo kartu samokontroly. Při rozkliknutí samokontroly zobrazí se formulář podobný formuláři, který byl v papírově podobě. Vyplnění bude probíhat přímo na dotykové obrazovce a hodnoty budou ukládány do informačního systému ABAS, kde si jej budou moci pracovníci kontroly nebo mistři kdykoli zobrazit.

6.6 Nová komunikace mezi plánovači nástrojárny a správcem náradí

V analýze v kapitole 5.6 byl zjištěn nedostatek v komunikaci mezi správcem náradí a plánovači na nástrojárně. Z analýzy vyplynulo, že komunikace mezi těmito lidmi je zcela nulová a vznikají tak nepotřebné výrobky nebo výrobky, které zabírají skladovací místo na nástrojárně.

Jako opatření proti vystavování nových výrobních příkazů bez vědomí správce nebo plánovače nástrojárny bude zaveden každodenní shopfloor, na kterém se tyto pracovníci budou scházet a probírat výrobní plán nástrojárny. Při shopflooru budou také sledovat kovací plán, aby věděli, kdy bude jaký nástroj potřeba pro výrobu. Při vynětí nástroje z kovacího lisu, který hospodář náradí bude chtít poslat na opravu, bude tuto skutečnost konzultovat právě na shopflooru s plánovačem náradí a společně určí, kdy bude oprava zhotovena. Jestliže se bude jednat o opravu, kdy náradí je potřebné během dalšího měsíce, náradí se odešle z kovárny na opravu do nástrojárny okamžitě bez uložení v meziskladu. V případě zjištění, že nástroj se během dalšího měsíce využívat nebude, hospodář náradí odešle nástroj do zakladače na 83. budově, kde jsou skladovány i hotové výrobky, které přicházejí z nástrojárny. Nástroj bude následně v systému mít označení o skladování právě v zakladači na 83. budově. Zamezí se tak výrobě zbytečného nového materiálu, protože při shopflooru uvidí, co je v zakladači skladováno a co je možné opravit a poslat znovu na kovací lis. Seznam skladovaných výrobků v zakladači budou moci vidět v informačním systému ABAS. Pracovník zakladače bude nástroje skladovat hotové nástroje odděleně od nástrojů před opravou. Bude mu přidána práce z pohledu vychystávání nejen na kovárnu, ale i na nástrojárnu.

6.7 Eliminace nepotřebných nástrojů z nástrojárny a odstranění z informačního systému

Eliminace je nejviditelnějším výsledkem celého projektu. Jedná se o odstranění nástrojů, které dle analýzy 5.7 leží na nástrojárně delší dobu než jeden rok a s největší pravděpodobností již nebudou v nejbližší době potřeba.

Eliminaci nepotřebných nástrojů bude mít za úkol hospodář náradí, který zhodnotí, zda polotovary, materiál, či výrobky budou buď vyřazeny do pohřebiště na 85. budovu, uschovány do zakladače na 83. budově nebo zůstanou na nástrojárně, kde se podrobí dalšímu opracování a budou dokončeny. Pro jednodušší hledání těchto položek dostane hospodář

náradí seznam položek, které jsou určeny v příloze P V. Pomocí tohoto seznamu bude procházet výrobu kus po kusu a určovat budoucnost položky. Všechny rozhodnutí, co hospodář provede, zaznačí do seznamu položek, který následně předá externistovi na informační systém ABAS.

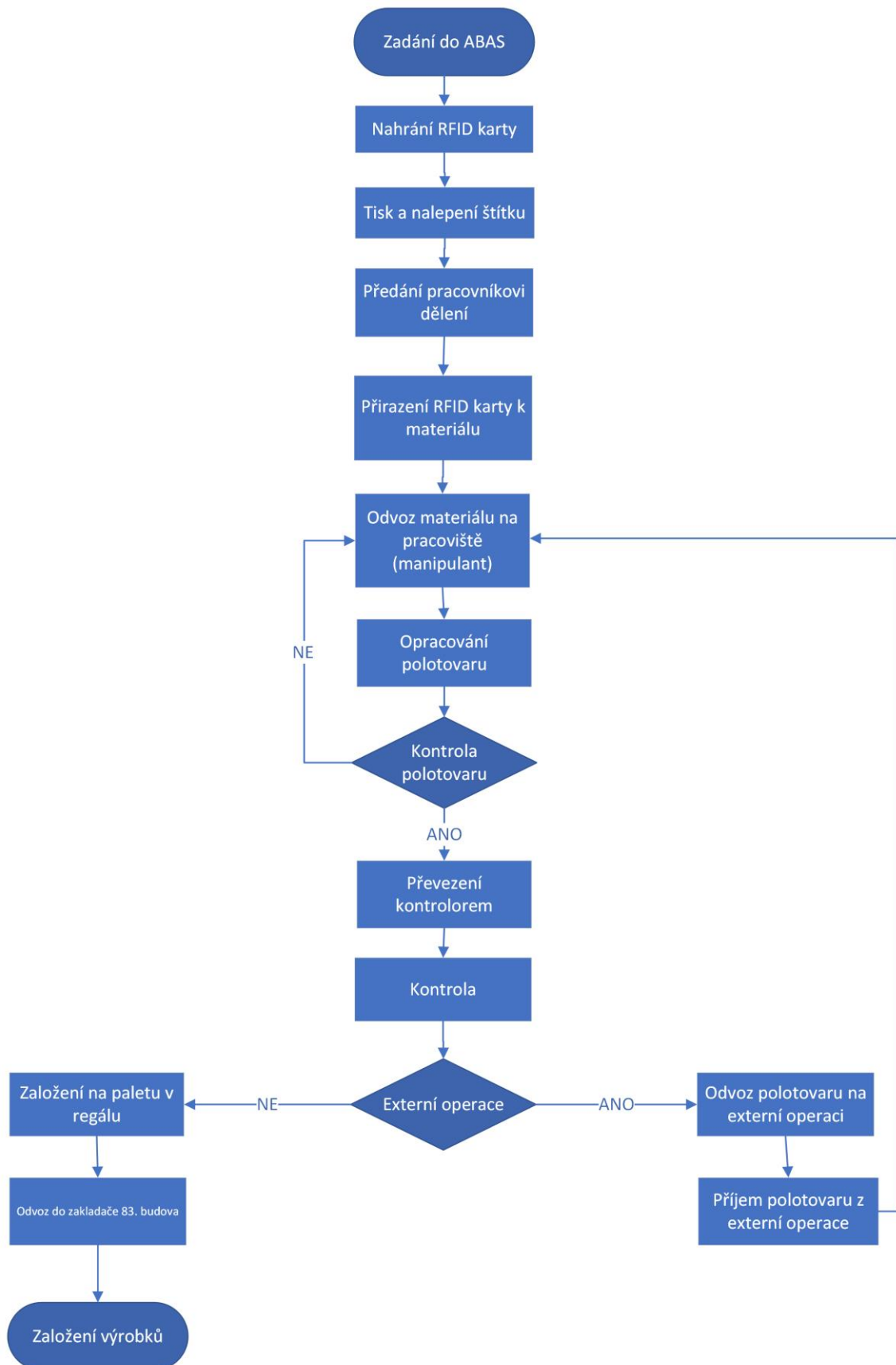
Externista provede odstranění položek z informačního systému, které budou poslány do pohřebiště na 85. budovu. Při zaslání položky do zakladače do 83. budovy zaznamená externista tuto skutečnost do karty, která přísluší danému výrobku v informačním systému. Díky tomuto značení budou následně mistři a hospodář náradí kontrolovat, kde se jaké polotovary se nachází.

Po provedení této eliminace položek z nástrojárny, vznikne prostor pro lepší manipulaci s polotovary a umožní se spuštění projektu. Znamená to, že při vydávání výrobního příkazu se již nebude tisknout dokumentace do papírové složky, ale bude vytisknut štítek, který bude následně přilepen na odpovídající RFID kartičku, kterou mistr nebo vedoucí načte pomocí čtečky RFID karet a nahraje na ni potřebné informace z informačního systému. Po vytvoření několika kartiček, které přichytí na magnetickou desku a odnese je na určené místo k pracovníkovi dělení.

6.8 Ukázka nového toku materiálu a informačního toku

Poslední kapitola projektové části bude pojednávat o novém toku materiálu společně s informačním tokem skrz výrobní halu. Tok materiálu bude, jak v analytické části rozdělen na dvě kapitoly, a to toku materiálu, který je nově vyrobený a tok materiálu, který přichází z kovárný, po provedení projektu také ze zakladače na 83. budově. Celá projektová část měla určit právě tento nový informační a materiálový tok a zaručit, aby byl polotovar v nástrojárně co nejkratší dobu a neprobíhalo zde zbytečné skladování polotovarů.

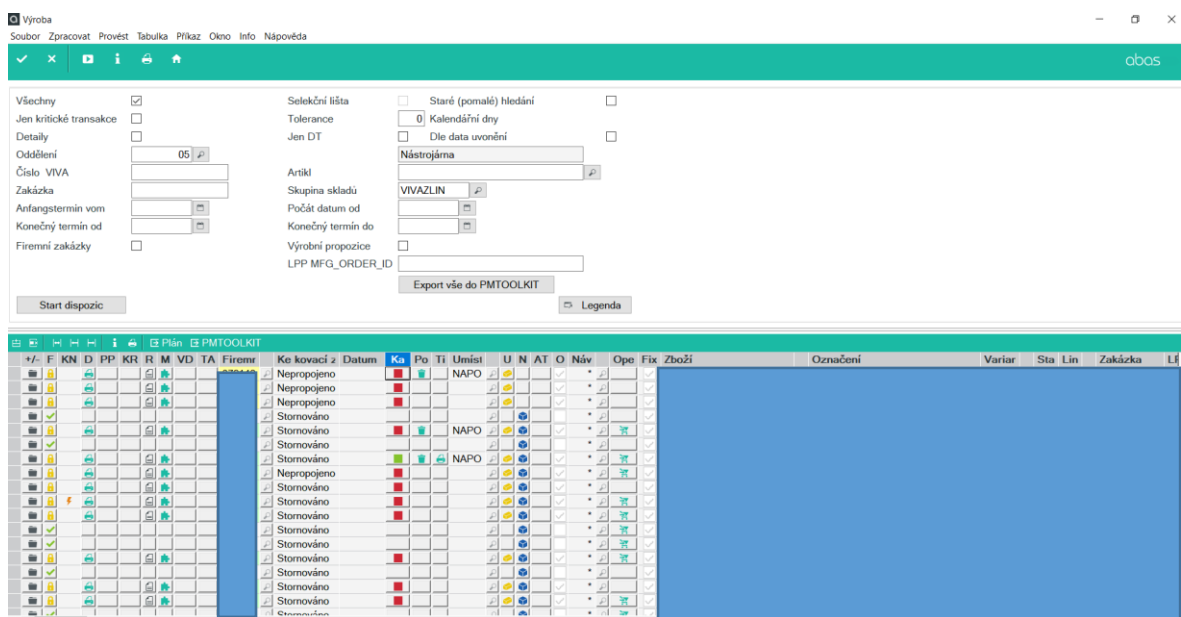
6.8.1 Informační a materiálový tok z procesu dělení



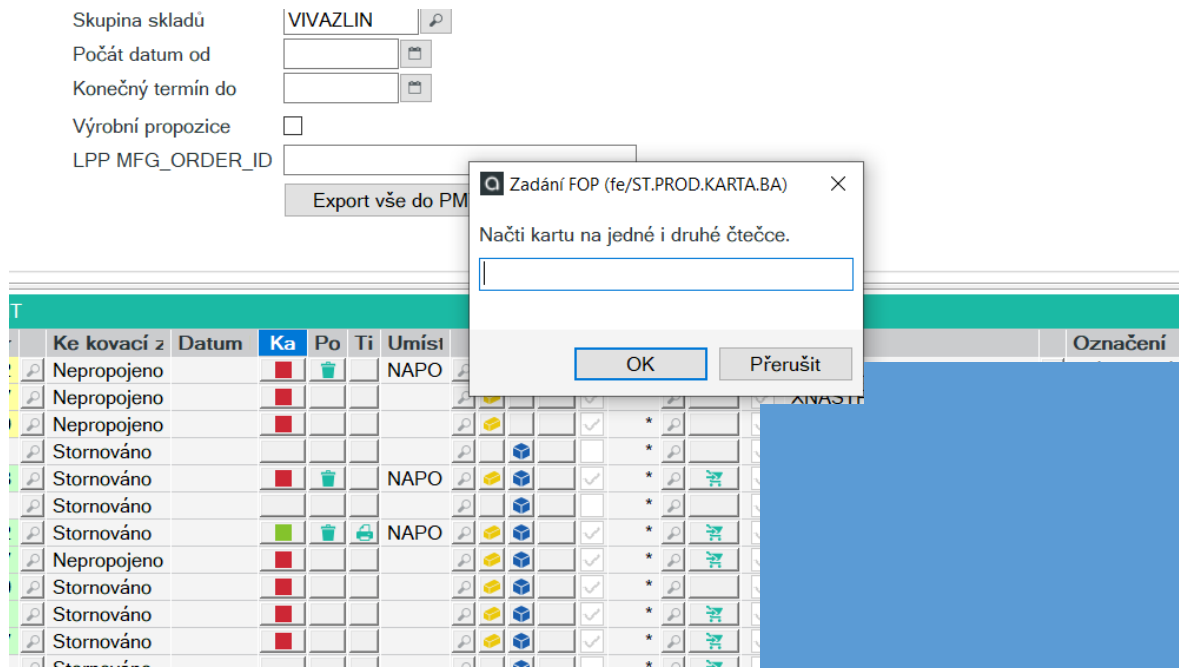
Obrázek 26 Vývojový diagram toku materiálu z dělení (Vlastní zpracování)

Při novém toku materiálu z procesu dělení, jehož nákres se nachází v příloze P VI se zcela mění pohyb materiálu po nástrojárně.

Změna probíhá již v informačním systému, kdy mistr nástrojárny vydává výrobní příkazy. Jelikož bylo cílem eliminovat papírovou dokumentaci, což se povedlo pomocí RFID karet, musí mistr nástrojárny nahrát na RFID kartu všechny údaje k zhotovení výrobku (výrobní příkaz s postupem, výkresovou dokumentaci a samokontrolu. V informačním systému vybere výrobní příkaz, který je potřeba a pomocí čtečky nahraje informace na kartu. V informačním systému pak bude nová kolonka, která bude zobrazovat, zda je již karta vytvořena nebo ne. Pro vytvořenou kartu se bude ve sloupci pro přidělení karty zobrazovat zelený čtvereček a pro výrobní příkaz, který nemá přiřazenou kartu se bude zobrazovat červený čtvereček.



Obrázek 27 Zobrazení karet v informačním systému (Interní zdroj)

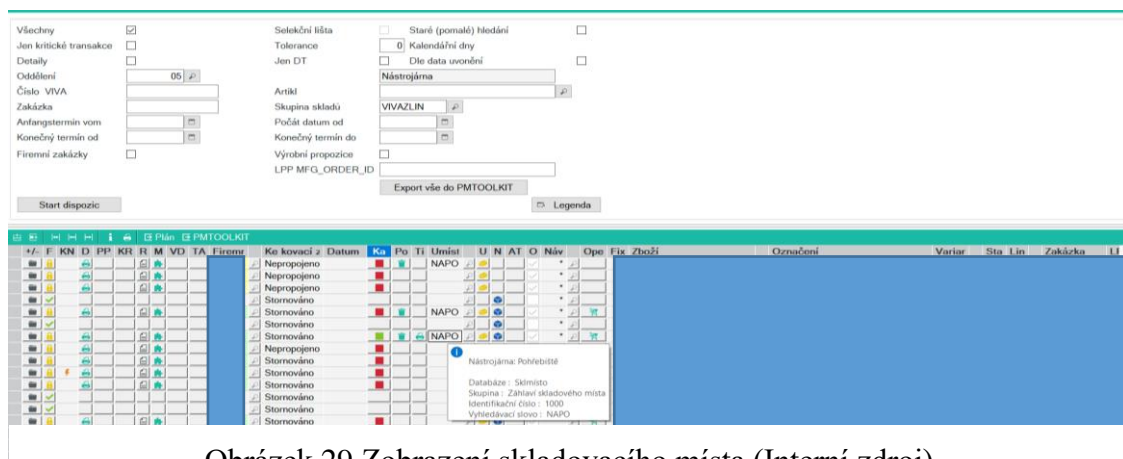


Obrázek 28 Načítání RFID karty v informačním systému (Interní zdroj)

Po načtení dat na RFID kartu vytiskne mistr štítek, se kterým kartu polepí a uschová v pokoveném šanonu, který bude používat na přenos karet k pracovníkovi dělení. Po vydání několika výrobních příkazů odnáší mistr karty k pracovníkovi dělení, jak tomu bylo i s předchozí papírovou dokumentací.

Vstup materiálu na dělení zůstává stejný jako u starého toku. Znamená to, že pracovník dělení opět vezme materiál a umístí ho do pásové pily, kde proběhne proces, který utvoří materiál do příslušného tvaru. Následně popíše materiál fixem a přiřadí k materiálu odpovídající RFID kartu, kterou obdržel od mistra nástrojárny.

Po přiřazení karty bude karta načtena na terminál, který se nachází na pracovišti dělení. Při načtení karty bude poslána informace do informačního systému.



Obrázek 29 Zobrazení skladovacího místa (Interní zdroj)

Tato informace se zobrazí manipulantovi v tabletu, který bude vědět, že materiál se nachází na pracovišti dělení a je připraven k odvozu na další operaci. Manipulant může zjistit kam má polotovar odvést pomocí požadavků na převoz, která je v tabletu a ukazuje všechny polotovary nacházející se na nástrojárně nebo může využít RFID kartu, která mu při načtení na tablet ukáže, jaké operace byly vykonány a jaké jsou následující.

Po převezení polotovaru na další operaci dle výrobního příkazu načte manipulant RFID kartu na načítacím terminálu, který je pro daný stroj určen. Tím se do informačního systému propíše informace o lokaci polotovaru, že se nachází na skladovacím místě u daného stroje. Informaci získá také operátor stroje, kterému se zobrazí polotovar ve frontě práce pro jeho stroj. Z této fronty práce si bude moci pracovník vybrat polotovar, který může opracovat. Musí však brát zřetel na priority, které budou polotovarům přiřazeny dle data dokončení, aby se zamezilo zpoždění výroby. Po vybrání práce si operátor odebere výrobek ze vstupního skladu a umístí jej na stroj. Pomocí čtečky karet namontované na obrazovce načte RFID kartu od polotovaru. Tím se operátor dostane do menu, kde si může vybrat zobrazení výrobního výkresu nebo provedení samokontroly. Pro programování si operátor zvolí zobrazení výrobního výkresu, pomocí kterého si připraví polotovar na opracování. Po opracování a ukončení programu je opět odeslána informace do informačního systému, že je polotovar na daném stroji opracován. Taktéž se informace zobrazí i manipulantovi. Po provedení všech operací vrací operátor polotovar na určené výstupní místo pro daný stroj, kde si ho vyzvedne manipulant.

Operátoři CNC obráběcích center budou mít stejnou frontu práce jako ostatní operátoři strojů. Budou muset počkat na polotovary, které jim manipulant sám naveze a budou si jej moci vybrat z fronty práce. Po ukončení práce však budou operátoři provádět digitalizovanou samokontrolu. Samokontrolu vybere operátor v menu na dotykové obrazovce. Zde se zobrazí stejné parametry, které musí operátor vypsát jako u předchozí papírové verze. Informace bude okamžitě zapsána do informačního systému, kde si jej může mistr nebo pracovník kontroly kdykoli zobrazit.

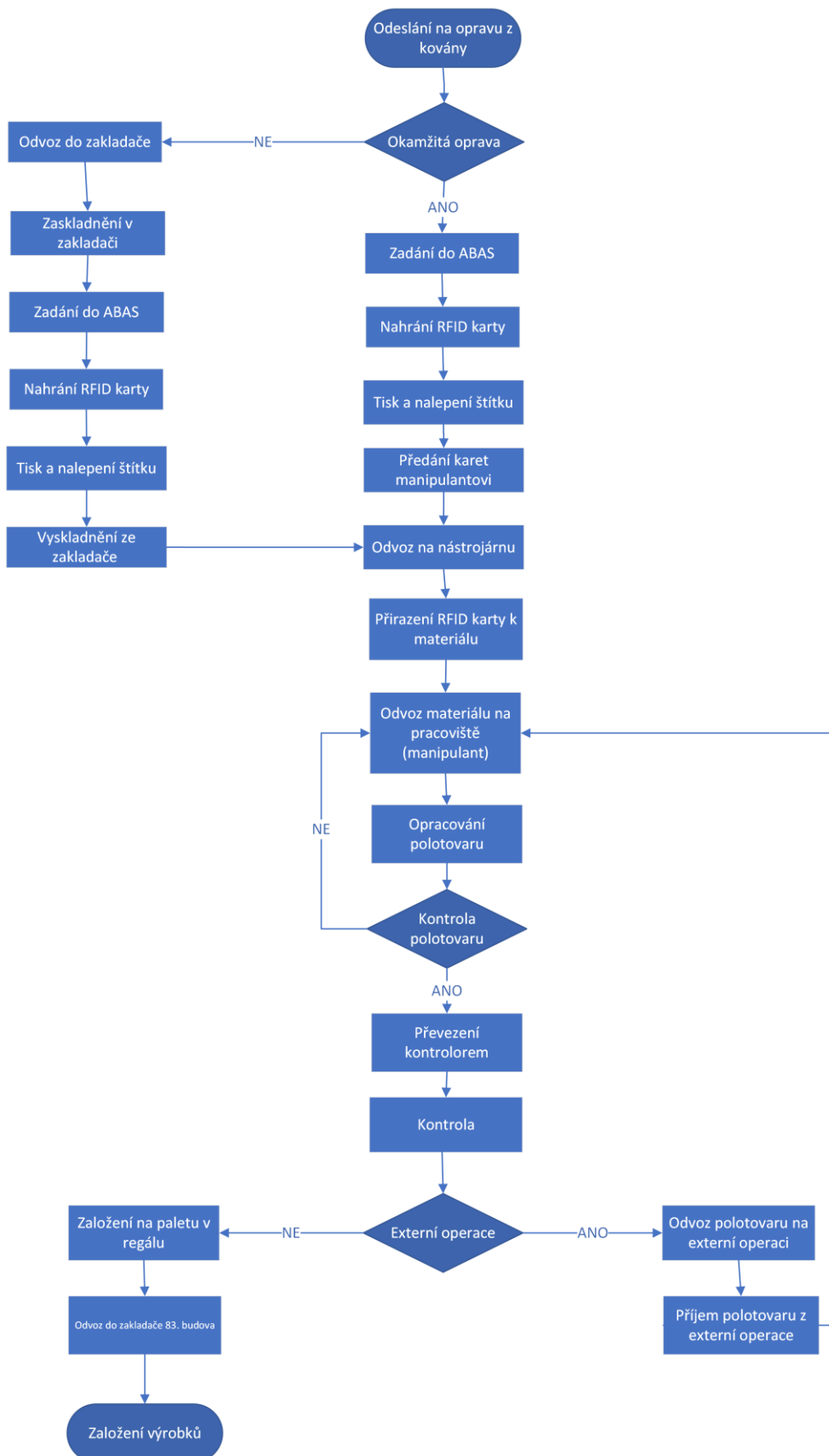
Po odvozu na vstupní sklad mechaniků si polotovar přebírají mechanici a stejně jako u operátorů vidí svoji frontu práce z níž si mohou vybrat co mohou opracovat. Po opracování odvádí práci načtením karty do systému a dávají polotovar na výstupní sklad kde si jej přebírají pracovníci kontroly a odváží si jej na své pracoviště. Pracovníci kontroly si materiál převáží od mechaniků sami z důvodu malého pracovního prostoru na pracovišti kontroly, a tak naváží jen polotovary, které budou okamžitě kontrolovat.

Po kontrole si na výstupní skladu kontroly bude polotovar přebírat manipulát a přichystá ho na paletu uloženou v regálu kooperace, která bude odeslána na externí operaci. RFID karty na externí operaci neodchází, ale ponechává je manipulát na svém pracovišti. Po přijetí polotovaru uskladní polotovary opět do regálu pro kooperace, kde čekají, než je manipulát převezve na další operaci.

Po převezení na další operaci vše pokračuje jak v předchozích případech až do poslední kontroly výrobku. Po kontrole výrobku manipulát přebírá výrobek na výstupním skladu kontroly a umístí jej na paletu do regálu pro hotové výrobky. Po naplnění palety ostatními výrobky odváží manipulát paletu do zakladače na 83. budově, kde bude výrobek založen a čekat na další využití. Při odvezení do zakladače bude v systému uloženo skladovací místo výrobku. RFID karta bude navracena do kanceláře mistrů a bude čekat na nahrání dalšího výrobního příkazu.

Z přílohy můžeme v konečném výsledku vidět, že oproti aktuálnímu stavu, co se na nástrojárně nachází, je práce v novém toku materiál organizovanější. Po určení skladovacích míst manipulát chodí jen na určená místa. Operátoři si z těchto skladovacích míst odebírají polotovary a zase navrací zpět na určené místo. Tím se zmenšil pohyb materiálu po nástrojárně a zlepšil se tak přehled o rozpracované výrobě, která se nachází na nástrojárně.

6.8.2 Informační a materiálový tok z kovárny



Obrázek 30 Vývojový diagram toku materiálu z kovárny (Vlastní zpracování)

Pro výrobu nástrojů přicházející z kovárny vzniká úplně nový způsob navážení. Z komunikace plánovače a hospodáře náradí, kde určují, co a kdy se bude vyrábět vzniklo navážení nepotřebných polotovarů na opravu do zakladače, aby na nástrojárně nevznikal push systém a nehromadily se zde polotovary viz kapitola 5.7. V informačním systému bude zobrazeno, kde se náradí na opravu nachází, nejčastěji se bude nacházet právě v zakladači na 83. budově.

Pokud se polotovar bude nacházet v zakladači vydá mistr nástrojárny výrobní příkaz pomocí načtení RFID kartičky a nalepením štítku s informacemi o produktu. Jedná se o stejný postup vydávání výrobního příkazu jako v kapitole 6.9.1. RFID kartičky předá manipulanci, který odpovídající materiál převezme ze zakladače. V zakladači vznikne příkaz k vyskladnění tohoto materiálu. Pracovník zakladače přichystá materiál na paletu, kde si jej manipulant převezme, přiřadí odpovídající RFID kartu a odveze jej na nástrojárnu na vstupní sklad první operace dle výrobního příkazu, kterou uvidí v tabletu po načtení RFID karty nebo při zobrazení fronty práce.

Při příjmu polotovaru navezeného přímo z kovárny manipulant popisuje nástroj fixem a přiřadí RFID kartičku jako při aktuálním stavu kdy přiřazoval papírovou dokumentaci. Z kovárny nebudou polotovary přicházet po jednom kusu, ale na paletě. Manipulant tak musí rozdělit polotovary na pracovní stolky a odvést k odpovídající operaci, která má na polotovaru proběhnout.

Informační a materiálový tok pak probíhá stejně jak u předchozí kapitoly 6.8.1. Takže při výběru práce bude moci vybrat operátor strojů pouze takový polotovar, který mu manipulant načte na načítacím terminálu u jeho pracoviště. Poslední operace je kontrola výrobku, po které manipulant zakládá výrobek na paletu do regálu hotových výrobků. Po naplnění palety manipulant odváží výrobky do zakladače na 83. budově, kde je pracovník zakladače uskladní.

Z přílohy P VII, kde je zobrazen tok výrobku skrz nástrojárnu. V porovnání s aktuálním stavem je určení skladovacích míst klíčové k přehlednosti výrobků. Je viditelné, že nový tok výrobků s určenými skladovacími místy zamezí zbytečné manipulaci a neustálého přehazování polotovarů z místa na místo jen proto, aby byl naskladněn další polotovar. Operátoři mají jasně určené, kde budou polotovary skladovat a z jakého místa si mohou polotovary vzít, tudíž manipulant bude mít za směnu méně hledání, než jaký byl doposud.

7 SHRNU TÍ PROJEKTU

Projektová část je zaměřena na zlepšování logistických a informačních toků na provozu nástrojárna. Mezi hlavní cíle projektu patří zavedení bezpapírové výrobní dokumentace, efektivnější práce manipulanta a lepší přehlednost rozpracované výroby. Do vedlejších cílů můžeme zařadit snížení počtu výrobních příkazů a snížení skladovaných položek na nástrojárně. Projektová část vychází z výsledků, která poskytla analytická část diplomové práce.

Projekt byl vytvořen na podnětu nedostatečného skladovacího místa na nástrojárně a nepřehlednosti vydaných výrobních příkazů ve výrobě. Pro projekt byl určený projektový tým, který se skládá z odpovědných zaměstnanců seznámených s problematikou nástrojárny. Všechny úkoly, které jsou v projektu popsány jsou zaměřeny na zlepšení toku materiálu.

Po provedených analýzách se vymýšlelo řešení pro zlepšení jak materiálového, tak i informačního toku. V prvotní fázi projektu byl postup zcela jednoduchý, protože na nástrojárně chyběla vyznačená skladovací místa pro určité stroje či skupinu s podobným technologickým vybavením, a proto se polotovary pohybovaly nekoordinovaně. Z tohoto důvodu byly určeny skladovací místa pro určité skupiny cca o dvou až čtyřech strojích.

Po vyznačení skladovacích míst přišel projekt do fáze, kdy tým musel zapracovat na sledování výrobku na skladovacích místech. Řešení se bylo vymyšleno v podobě terminálů, s mini počítačem Raspberry PI, které budou propojené pomocí sítě s informačním systémem. Na tyto terminály bude manipulant načítat RFID kartičky připojené na polotovarech pomocí magnetů. Při načtení bude přenesena informace o lokaci do informačního systému. Informační systém bude nahrán v optimalizované verzi do nově zakoupeného tabletu pro manipulanta, který pomocí tabletu bude moci sledovat pohyby polotovaru po výrobě. V tabletu bude zobrazena i fronta práce zobrazující manipulantovy úkoly.

RFID kartičky společně s určením o poloze výrobku nahradí tištěné výrobní příkazy obsahující výrobní postup, výkresovou dokumentaci a samokontrolu. Dokumenty z tištěné verze načtené na RFID kartičku je potřeba zobrazovat pro opracování polotovarů operátory strojů. Zobrazení bylo řešeno pomocí dotykových obrazovek spojené s externí čtečkou pro načítání RFID kartiček. Při načtení kartičky bude moci operátor zobrazit výkresovou dokumentaci potřebnou k opracování nebo samokontrolu po opracování.

V důsledku nekoordinovanému přidělování práce operátorům strojů, kdy si operátoři odebírali výrobky pro své vlastní pohodlí, bylo vytvořeno nové a srozumitelné přidělování práce. Práce bude přidělována pomocí fronty práce, kterou se budou muset operátoři strojů řídit. Ve frontě práce budou zobrazeny pouze polotovary nacházející se na skladovacím místě skupiny strojů. Výběr bude obsahovat i priority, jenž může přiřadit mistr nástrojárny.

V poslední části projektu byla řešena komunikace mezi hospodářem náradí a plánovači na nástrojárně. Jelikož absence komunikace mezi těmito pracovníky způsobovala hromadění nástrojů na nástrojárně, bylo potřeba vytvořit adekvátní komunikační způsob. Každotýdenní shopfloor je ideálním řešením pro tuto skutečnost. Na shopflooru bude řešen výrobní a kovací plán, pomocí kterých bude plánována výroba. Budou se také probírat opravy nástrojů a vytváření nových. Nástroje na opravu, potřebné až za dobu delší jak 2 měsíce, budou odváženy z kovárny do zakladače, a ne do nástrojárny. Nástrojárna tak nebude čelit push systému a skladovací prostory nebudou ve výrobě přeplněné.

7.1 Finanční zhodnocení projektu

Projekt je měl určitou finanční stránku, na kterou se nesmí zapomínat. Následné zhodnocení se bude rozděleno na dvě části. První částí bude nákladová část, kde budou zobrazeny skutečné výdaje na výše popsaný projekt. Výnosová část bude zaměřena na nefinanční přínosy pro společnost, protože finanční vyčíslení nejde vyjádřit. Veškeré finanční částky jsou vyjádřeny v korunách bez DPH.

7.1.1 Náklady na projekt

Nákladová část projektu bude rozdělena na několik fází, dle kterých se projekt financoval. Hrubý odhad financování byl spočítán již při zahájení projektu, ale jak je u projektů známo náklady byly jiné, než bylo plánováno. První fází projektu, která se započítala do nákladů byla fáze zasíťování nástrojárny, kterou započnu celou nákladovou analýzu.

1. Zasíťování nástrojárny

Zasíťování probíhalo jako první fáze nákladů, na které spolupracoval i IT pracovník. V následující tabulce můžeme vidět detailnější nákladové zhodnocení této fáze. Nejdražší položkou fáze a zároveň i celého projektu bylo zasíťování lan kabely pro které musely být vytvořeny nové vodící racky skrz celou nástrojárnu na určené místo. Celkové fixní náklady na zasíťování nástrojárny pak vyšlo na 583 666 tisíc korun. Do této nákladové fáze jsou započítány společně s RFID kartičkami také papírové štítky na

polepení těchto kartiček. Tyto náklady však nebudou fixní, protože bude probíhat tisk těchto štítků na každý nový výrobní příkaz. Budou se tak řadit mezi variabilní náklady.

Tabulka 5 Náklady zasíťování (Vlastní zpracování)

| Položka zasíťování | Cena |
|-----------------------------|----------------------|
| Zasíťování načítací uzly | 238 326,00 Kč |
| Case s Raspberry PI | 60 300,00 Kč |
| Držáky 3D tisk | 400,00 Kč |
| Vizualizace načítacích uzlů | 240,00 Kč |
| Magnety | 16 000,00 Kč |
| Karty RFID/NFC s potiskem | 98 000,00 Kč |
| Tiskárny | 13 400,00 Kč |
| Tablet | 21 000,00 Kč |
| Regály na skladovací místa | 120 000,00 Kč |
| Vodorovný značení lajny | 16 000,00 Kč |
| Celkem | 583 666,00 Kč |
| Tisk jednoho štítku | 0,06 Kč |

Celková částka na tisk jednoho štítku bude stát 0,06 korun.

2. Software

Softwarové řešení bylo vytvářeno externím pracovníkem, který zpracovával veškerou systémovou podporu. Externí pracovník je zaměstnaný v kovárně právě kvůli znalosti informačního systému ABAS. Celková cena tohoto softwarového řešení byla neceněna na 111 600 korun.

Tabulka 6 Náklady na software zasíťování (Vlastní zpracování)

| Položka software | Cena |
|--|----------------------|
| Fronta práce | 46 500,00 Kč |
| Načítání karet na uzlu | 27 900,00 Kč |
| Import historických dat | 9 300,00 Kč |
| PMT toolkit načítání karet NFC výrobků | 27 900,00 Kč |
| Celkem | 111 600,00 Kč |

3. Výkresová dokumentace

Zobrazení výkresové dokumentace bylo na cenění odděleno od zasíťování nástrojárny. Nejdražší položkou této fáze bylo opět natažení kabelů skrze

nástrojárnu. Celkové náklady na tuto fázi činily 514 690 korun a obsahovaly položky zmíněné v následující tabulce.

Tabulka 7 Náklady na zobrazování výkresů (Vlastní zpracování)

| Položka výkresy | Cena |
|---------------------------|----------------------|
| Technické řešení displejů | 80 000,00 Kč |
| Držáky na monitory | 15 010,00 Kč |
| Zasíťování výkresů | 198 000,00 Kč |
| RFID čtečka | 9 880,00 Kč |
| Raspberry PI | 34 200,00 Kč |
| Obrazovky 24" | 170 100,00 Kč |
| Obrazovka na TKJ 32" | 7 500,00 Kč |
| Celkem | 514 690,00 Kč |

4. Software k výkresové dokumentaci

Softwarová řešení pro výkresovou dokumentaci bylo opět řešeno externím pracovníkem. V zadání měl pouze dva body, které musel provést. Body a jejich celkové náklady jsou vyčíslené v následující tabulce. Celková částka pro řešení tohoto softwaru byla vyčíslena na 8 800 korun.

Tabulka 8 Náklady na software pro zobrazování výkresů (Vlastní zpracování)

| Položka software výkresy | Cena |
|---------------------------------|--------------------|
| Zobrazování výkresů z TC | 4 400,00 Kč |
| Samokotrola na obrazovce | 4 400,00 Kč |
| Celkem | 8 800,00 Kč |

7.2 Projektové zlepšení

V úvodu kapitoly je zmíněno, že výnosy se budou týkat především nefinanční stránky. Výnosovou stránku můžeme hledat především v lepším logistickém toku materiálu, lepší přehlednosti výroby, dále také v uspořené a přehlednosti skladovacích míst a v poslední řadě zefektivnění práce manipulanta. V následujících bodech budou detailněji popsány všechny přínosy, které projekt přinesl.

7.2.1 Informační tok

Informační tok prošel během projektu značnou obměnou. Z přidělování práce pomocí papírku od mistra výroby až po zadávání práce pomocí fronty, kterou musí operátoři plnit.

Fronta práce bude vytvářena na každém stroji, kde se nachází PMT terminál. Z fronty práce bude moci operátor vybrat pouze položku nacházející se na vstupní skladu skupiny strojů. K frontě práce bude mistr nástrojárny přiřazovat priority na stupnici od jedné až do pěti, kdy pět znamená nejvyšší prioritu. Položky s touto prioritou budou muset být splněny jako první a následně může přejít operátor na položky s nižší prioritou.

Při zavedení fronty práce nebudou moci operátoři odebírat polotovary dle jejich vlastního uvážení, ale bude tak zlepšen proces zadávání práce pro operátory. S tímto problémem také zanikne zpoždění výroby a polotovar se na nástrojárně bude vyskytovat co nejkratší možnou dobu.

Zavedení fronty práce není jediným zlepšením v oblasti informačního toku. Další zlepšení proběhne v podobě odstranění papírové dokumentace a převedení veškerých informací do elektronické podoby. Papírovou dokumentaci nahradí RFID karta obsahující veškeré informace o výrobě (výrobní postup, výkresovou dokumentaci a samokontrolu). RFID karta bude přichycena na výrobku a načítána na příslušný terminál. Z terminálu bude informace sdělena operátorovi, který uvidí položku ve frontě práce. Pomocí RFID kartičky a čtečky si načte data na dotykovou obrazovku, kde si zobrazí výkresovou dokumentaci a samokontrolu. Po opracování informace přenesena do informačního systému o dokončení operace. Informace se přenesou i do tabletu manipulanta, který následně odveze polotovar na další operaci.

7.2.2 Efektivní práce manipulanta

Pracovní náplň manipulanta bude obohacena o práci načítání RFID kartiček na terminály na výrobních skupinách. Pomocí tohoto načítání však bude přesně vědět, kde se jaký polotovar ve výrobě nachází. Z přiděleného tabletu si bude moci manipulant pomocí zadání výrobního příkazu zobrazit výskyt polotovaru na nástrojárně. Každý terminál bude mít přesně stanovená skladovací místa, kde se budou polotovary odkládat jak před opracováním, tak i po opracování. Manipulant tak bude vědět na kterém místě přesně hledat. Z původní analýzy, kdy manipulant strávil hledáním skoro 20%, což činilo jednu a půl hodinu z pracovní směny. Při zavedení RFID karet by se hledání manipulanta mělo zkrátit na maximálně půl hodinu za celou směnu. Manipulant tak stihne více manipulovat s polotovary a navážet tak materiál na určené místa a jeho práce bude více efektivní, než tomu bylo doposud.

7.2.3 Pull systém

Přechod z push systému na pull systém bude mít za výsledek zmenšení skladovaných polotovarů ve výrobě. Veškeré nástroje přicházející na opravu z kovárny, které budou potřebné za dobu delší, jak měsíc budou zakládány v zakladači. V momentě aktuálnosti výroby bude položka odebrána ze zakladače a vpuštěna do výroby. Zakladač je uzpůsoben na skladování veškerých nástrojů, nástrojárna naopak není. Při navezení nástroje do zakladače bude v informačním systému zaznačeno jeho umístění. V nástrojárně vznikne více prostoru pro skladování aktuální výroby a manipulát nebude hledat místo pro nástroje přicházející z kovárny. V konečné fázi bude vyráběno jen to co je aktuální a nebude se vyrábět nic, co není potřeba v dohledné době. Veškerý plán výroby bude probíhat na shopflooru.

7.2.4 Přehlednost rozpracované výroby

Přehlednost rozpracované výroby vznikne díky novému toku výroby s kombinací předešlých zlepšení. Nový tok výroby bude udávat, že polotovary budou stejnou cestou jako jeho předchůdci ze stejné skupiny výrobků. Materiál tak bude lépe trasován po výrobě a bude lépe dohledatelný. Pro kooperační operace bude vytvořen regál, kde se budou odkládat všechny odchozí a příchozí materiály. Ve výrobě pak budou určeny skladovací místa pro určité skupiny strojů. Vznikne přehled o počtu polotovarů na nástrojárně a také lepší přehlednost o průběhu odvedených operací.

V informačním systému bude zavedeno přiřazení karet a mistr v systému uvidí jaká položka je v oběhu výroby a jaká v oběhu není. Po ukončení výroby se karta vrátí do kanceláře mistrů a bude čekat na další využití. V systému pak po převezení do zakladače bude označeno umístění hotového výrobku.

ZÁVĚR

Diplomová práce měla za cíl zlepšit materiálový a informační tok na provozu nástrojárna ve společnosti Kovárna VIVA, a.s. Práce byla rozdělena na tři základní části v podobě teoretické, analytické a projektové části.

V teoretické části byla provedena rešerše literární i elektronických zdrojů, která bude podkladem pro praktickou část diplomové práce. Praktická část pojednává o společnosti samotné a následně se věnuje již danému tématu.

V první část praktického bloku je zaměřena na aktuální stav na nástrojárně. Pomocí vybraných metod byla analyzována celková infrastruktura pohybu materiálu po výrobě. ABC analýza nám určila, kterou skupinu výrobků budeme sledovat. Jelikož nástrojárna zaměstnává pracovníky na manipulaci s polotovary po výrobě, byl proveden snímek pracovního dne těchto pracovníků, kde byly zjištěny nedostatky nepřidávající hodnotu výrobku. Taktéž byl snímkován i operátor CNC obráběcích center. Následně byl zjištěn nedostatek v komunikaci mezi nástrojárnou a kovárnou, kdy byly nástroje naváženy na nástrojárnu, i když jejich výroba nebyla v danou chvíli potřeba.

V projektové části se již nachází konkrétní řešení na nedostatky vyplývající z analytické části. Kdy pomocí RFID karet byla odstraněna papírová dokumentace, následně pomocí stejných bylo zavedeno lepší trasování polotovarů po výrobě a také vznikl lepší přehled o rozpracované výrobě. Definováním skladovacích míst vznikla na nástrojárně lepší a koordinovanější práce manipulantů, kteří budou již chodit na určitá místa a nebudou hledat materiál skrz celou výrobu. Novou frontou práce se projekt zaměřil na špatně podávané informace o zkompletování výroby. Operátoři již nebudou moci brát výrobky jaké se jim zlíbí, ale budou mít přidělenou frontu z výrobků, které jim manipulant naskladní na vstupní sklad před jejich skupinou strojů.

Z nákladového hlediska vyšlo nejdráže technického zabezpečení nástrojárny v podobě racků na vedení kabelů po výrobě a následně celkové hardwarové zabezpečení. Softwarové řešení pak bylo zabezpečovali externí pracovníci, kteří byli zaměřeni na informační systém, jenž společnost využívá.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AZZAMOURI, Ahlam, 2021. *Demand driven material requirements planning (DDMRP)*. Barcelona: Vicenc Fernandez, 439-456 s. ISBN 2013-8423.
- BAZALA, Jaroslav, 2011. *Úvod do logistiky*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Lékařská fakulta, 87 s. ISBN 978-80-7368-815-8.
- BAZALA, Jaroslav, 2014. *Kde se vzala logistika anebo historie logistiky* [online]. [cit. 2022-04-11]. Dostupné z: <https://www.logisticaakademie.cz/blog/diskutovana-temata/kde-se-vzala-logistika-anebo-historie-logistiky>
- ČERNÝ, Josef, 2014. *Jak zlepšovat interní logistiku výrobního podniku* [online]. [cit. 2022-04-11]. Dostupné z: https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/jak-zlepsovat-_interni-logistiku-vyrobniho-podniku.htm
- ČUJAN, Zdeněk, 2010. *Výrobní a obchodní logistika: studijní opory pro kombinované studium*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati. ISBN 978-80-7318-906-8.
- Dariusz Milewski, 2022. *Managerial and Economical Aspects of the Just-In-Time System "Lean Management in the Time of Pandemic"*. Sustainability (Basel, Switzerland) [online]. vol. 14, no. 3, s. 1204 Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/2627839203>.
- 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, 223 s. ISBN 9781498708876.
- DUBOVEC, Juraj, 2017. *Logistika: (v ziskovom prostredí)*. Žilina: Žilinská univerzita, 198 s. Vysokoškolské učebnice. ISBN 978-80-554-1343-3.
- DUPAL, Andrej, 2018. *Logistika*. Bratislava: Sprint 2, 287 s. Economics. ISBN_9788089710447.
- FEKETE, Milan, 2012. *Efektívny produkčný systém*. Bratislava: Kartprint, 131 s. ISBN 9788089553099.
- GÓMEZ-ROCHA, José Emmanuel, Eva Selene HERNÁNDEZ-GRESS a Héctor RIVERA-GÓMEZ, 2021. *Production planning of a furniture manufacturing company with random demand and production capacity using stochastic programming*. PloS One [online]. vol. 16, no. 6, s. e0252801. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/2540712137>.

GROS, Ivan, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-952-5.

JESTON, John, 2018. *Business process management: practical guidelines to successful implementations*. Fourth edition. London. ISBN 978-1-138-73840-9

JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ, 2012. *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika. ISBN 978-80-7357-958-6.

JUROVÁ, Marie. 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 9788026500599.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

KLAUZ, Milan, 2017. *Jaký je rozdíl mezi aktivním a pasivním RFID?* [online]. [cit. 2022-04-12]. Dostupné z: https://www.dps-az.cz/vyvoj/id:53208/jaky-je-rozdil-mezi-_aktivnim-a-pasivnim-rfid-

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ, 2018. *Logistika*. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, xxiii, 342 s. Series of economics textbooks. ISBN 9788024841588.

MANGAN, John a Chandra LALWANI, 2016. *Global logistics and supply chain management*. Third edition. Chichester: Wiley, 393 s. ISBN 9781119117827.

OUDOVÁ, Alena, 2016. *Logistika: základy logistiky*. Aktualizované 2. vydání. Prostějov: Computer Media, 104 s. ISBN 978-80-7402-238-8.

PAVELKA, Marcel, 2015. *Efektivní a štíhlá logistika*. API - Akademie produktivity a inovací [online]. [cit. 2022-4-12]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/25765n-efektivni-a-_stihla-logistika

RAHMAOUI, Naima, 2019. *IT Use in Supply Chain and Business Processes*. ISBN_9781774075302.

ŘEZÁČ, Jaromír, 2010. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Bankovní institut vysoká škola. ISBN_978-80-7265-056-9.

Sabah M Al-Najjar, 2022. *MATERIALS REQUIREMENTS PLANNING: PERFORMANCE EVALUATION OF LOT-SIZING TECHNIQUES*. Academy of Entrepreneurship Journal [online]. vol. 28, s. 1-15. ISSN 1087-9595. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/2620430507>.

SCHNIEDERJANS, Marc J., Dara G. SCHNIEDERJANS, Ray Qing CAO a Vicky Ching GU. 2018. *Topics in lean supply chain management*. Second edition. New Jersey: World Scientific, 400 s. ISBN 9789813229921.

SHOFA, M. J., A. O. MOEIS a N. RESTIANA, 2018. *Effective production planning for purchased part under long lead time and uncertain demand: MRP Vs demand-driven MRP*. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering [online]. vol. 337, no. 1, s. 12055. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/337/1/012055>.

SOUČKOVÁ, Ingrid a Vladimír JERZ, 2019. *Logistika v odbore*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Edícia vysokoškolských učebníc (Slovenská technická univerzita). ISBN 978-80-227-4979-4.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

THÜRER, Matthias, Nuno O. FERNANDES a Mark STEVENSON, 2022. *Production planning and control in multi-stage assembly systems: an assessment of Kanban, MRP, OPT (DBR) and DDMRP by simulation*. International Journal of Production Research [online]. vol. 60, no. 3, s. 1036-1050. ISSN 0020-7543. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2020.1849847>.

U2 terminál na ruku. In: Point.x [online]. Point.X [cit. 2022-04-21]. Dostupné z: <https://www.pointx.cz/produkty/25-u2-terminal-na-ruku.html>

WANHUA, Wei, 2020. *Design and Research of Logistics Distribution System Based on RFID*. Journal of Physics. Conference Series [online]. vol. 1544, no. 1, s. 12193. ISSN 1742-6588. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1544/1/012193>.

YUE, Guo, Guo TAILAI a Wei DAN, 2021. *Multi-layered coding-based study on optimization algorithms for automobile production logistics scheduling*. Technological Forecasting & Social Change [online]. vol. 170, s. 120889. ISSN 0040-1625. Dostupné z: <https://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120889>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNC Computer Numerical Control

DDMRP Demand driven material requirements planning

DPH Daň z přidané hodnoty

EAN European Article Number

IT Informační technologie

JIT Just in time

LIS Logistický informační systém

MES Manufacturing execution systém

MRP I Plánování potřeby materiálu

MPR II Systém plánování zdrojů

NFC Near field communication

SCM Supply chain management

MRP I Plánování potřeby materiálu

MPR II Systém plánování zdrojů

QR Quick Response

RFID Radio Frequency IDentification

SD Secure Digital

VZV Vysokozdvihný vozík

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 Mobilní terminál na zápěstí (Zdroj: Point.X)..... | 15 |
| Obrázek 2 Ukázka SCM (Gros, 2016)..... | 17 |
| Obrázek 3 Šest základních otázek (Gros 2016)..... | 21 |
| Obrázek 4 Logo společnosti (Interní zdroj)..... | 33 |
| Obrázek 5 Prodané výkovky v tunách (Interní zdroj)..... | 34 |
| Obrázek 6 Hodnoty společnosti (Interní zdroj)..... | 35 |
| Obrázek 7 Umístění nástrojárny (Vlastní zpracování)..... | 38 |
| Obrázek 8 Ukázka papírové dokumentace (Vlastní zpracování)..... | 40 |
| Obrázek 9 Umístění zakladače (Vlastní zpracování)..... | 42 |
| Obrázek 10 Graf manipulanta 1 (Vlastní zpracování)..... | 44 |
| Obrázek 11 Graf manipulanta 2 (Vlastní zpracování)..... | 47 |
| Obrázek 12 Graf manipulanta 3 (Vlastní zpracování)..... | 48 |
| Obrázek 13 Spaghetti diagram (Vlastní zpracování)..... | 49 |
| Obrázek 14 Graf operátora CNC (Vlastní zpracování)..... | 50 |
| Obrázek 15 Ukázka komunikace (Vlastní zpracování)..... | 53 |
| Obrázek 16 Skladovaný materiál (Vlastní zpracování)..... | 54 |
| Obrázek 17 Načítací uzly (Vlastní zpracování)..... | 58 |
| Obrázek 18 Železný sloupek (Vlastní zpracování)..... | 58 |
| Obrázek 19 Raspberry PI (Vlastní zpracování)..... | 59 |
| Obrázek 20 Case s Raspberry PI (Vlastní zpracování)..... | 60 |
| Obrázek 21 RFID karta na polotovaru (Vlastní zpracování)..... | 61 |
| Obrázek 22 Návrh RFID karty..... | 62 |
| Obrázek 23 Ukázka nové práce manipulanta (Vlastní zpracování)..... | 64 |
| Obrázek 24 Výkresová dokumentace na magnetu (Vlastní zpracování)..... | 65 |
| Obrázek 25 Obrazovka na výkresy (Vlastní zpracování)..... | 65 |
| Obrázek 26 Vývojový diagram toku materiálu z dělení (Vlastní zpracování)..... | 69 |
| Obrázek 27 Zobrazení karet v informačním systému (Interní zdroj)..... | 70 |
| Obrázek 28 Načítání RFID karty v informačním systému (Interní zdroj)..... | 71 |
| Obrázek 29 Zobrazení skladovacího místa (Interní zdroj)..... | 71 |
| Obrázek 30 Vývojový diagram toku materiálu z kovárny (Vlastní zpracování)..... | 74 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 Snímek manipulanta 1 (Vlastní zpracování)..... | 44 |
| Tabulka 2 Snímek manipulanta 2 (Vlastní zpracování)..... | 46 |
| Tabulka 3 Snímek manipulanta 3 (Vlastní zpracování)..... | 47 |
| Tabulka 4 Snímek operátora CNC (Vlastní zpracování) | 49 |
| Tabulka 5 Náklady zasíťování (Vlastní zpracování) | 78 |
| Tabulka 6 Náklady na software zasíťování (Vlastní zpracování)..... | 78 |
| Tabulka 7 Náklady na zobrazování výkresů (Vlastní zpracování) | 79 |
| Tabulka 8 Náklady na software pro zobrazování výkresů (Vlastní zpracování) | 79 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Část ABC analýzy

Příloha P II: Tok materiálu z dělení

Příloha P III: Tok materiálu z kovárny

Příloha P IV: Část skladovaných položek (ležáky)

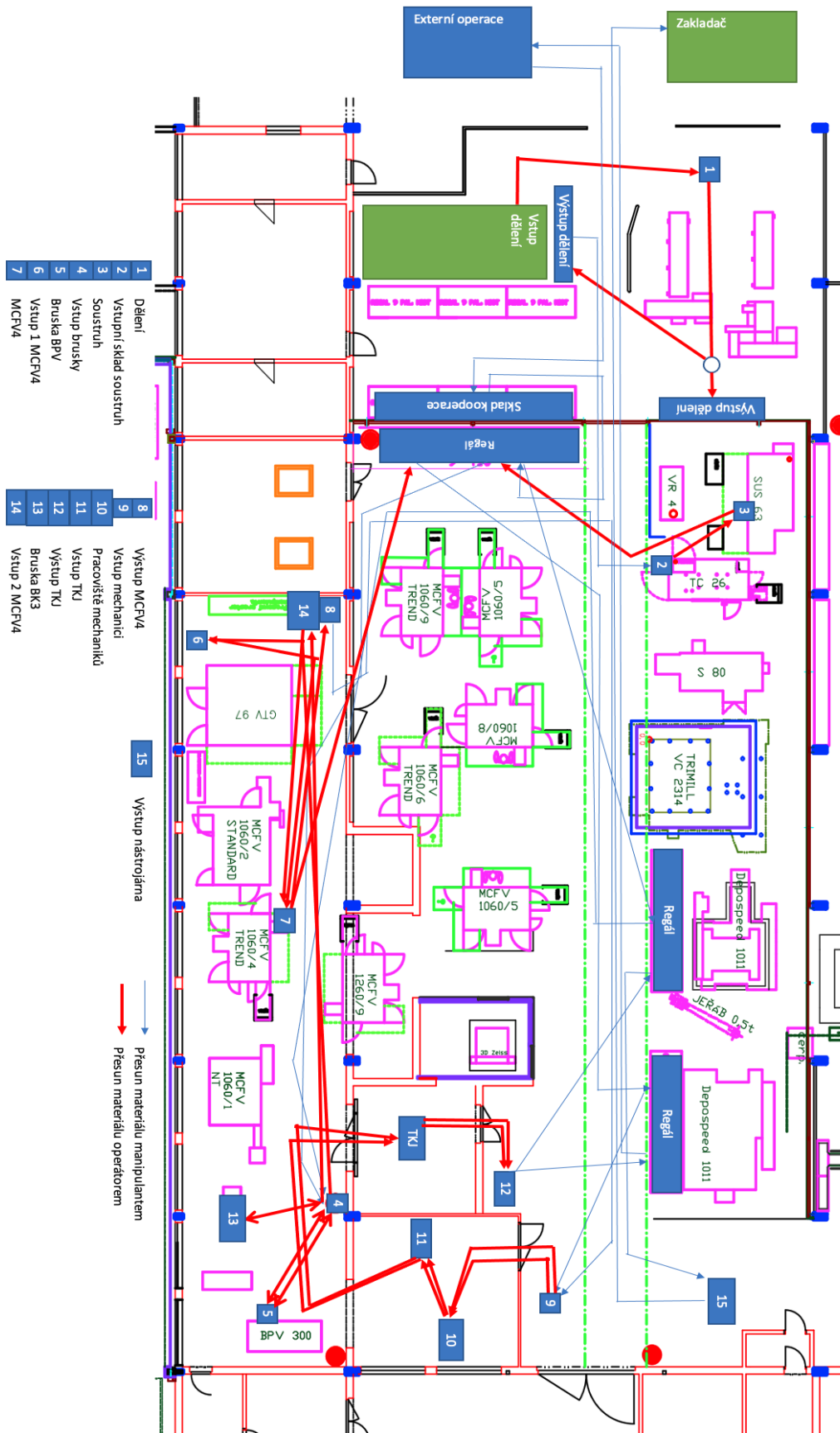
Příloha P V: Nový tok materiálu z dělení

Příloha P VI: Nový tok materiálu z kovárny

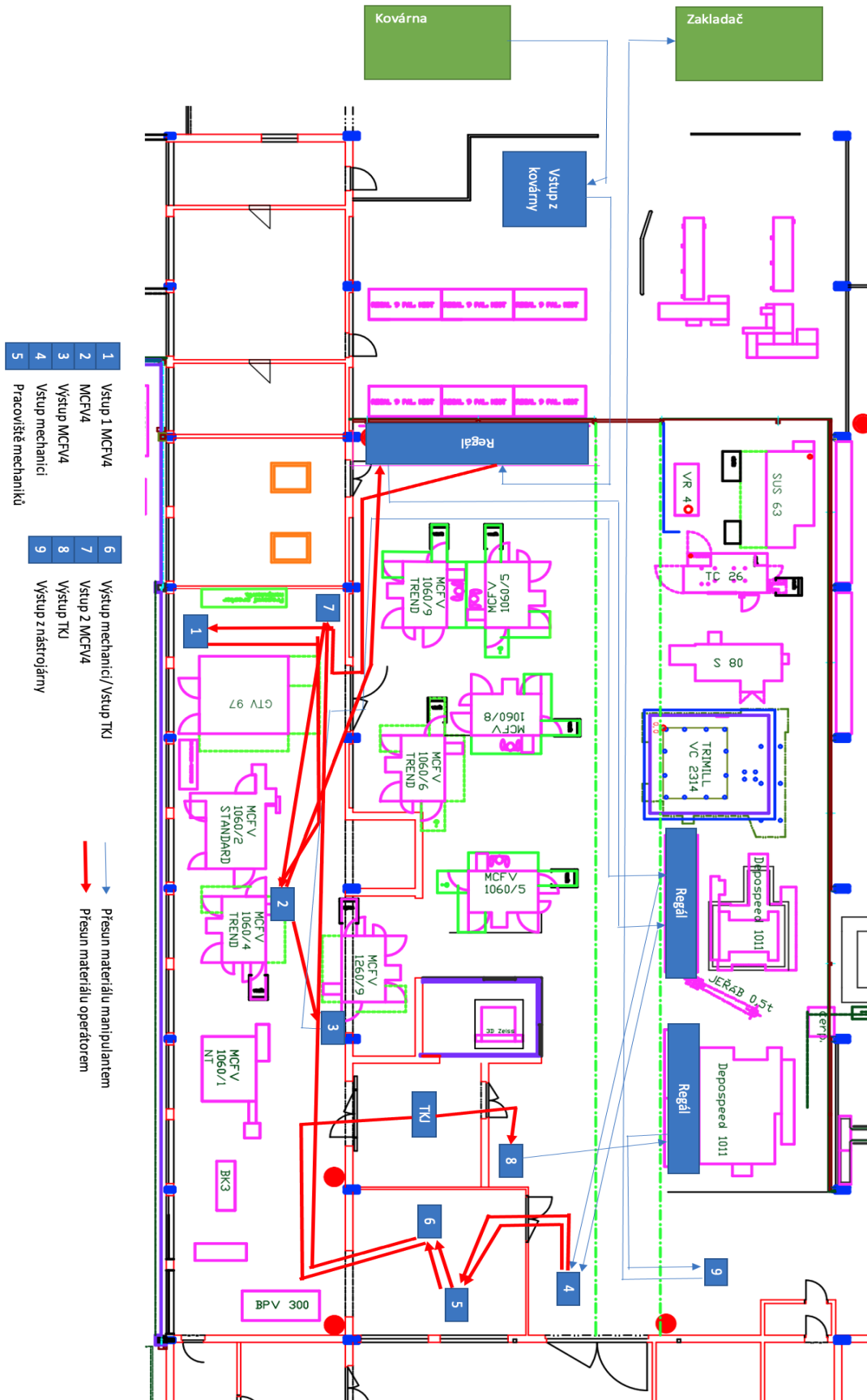
PŘÍLOHA P I: ČÁST ABC ANALÝZY

| Materiál | Celkem | Kumulace | Kumulace % | Skupina |
|-------------|--------|----------|------------|---------|
| Materiál 1 | 550 | 550 | 2,56% | A |
| Materiál 2 | 455 | 1005 | 4,67% | A |
| Materiál 3 | 427 | 1432 | 6,66% | A |
| Materiál 4 | 390 | 1822 | 8,47% | A |
| Materiál 5 | 380 | 2202 | 10,24% | A |
| Materiál 6 | 280 | 2482 | 11,54% | A |
| Materiál 7 | 247 | 2729 | 12,69% | A |
| Materiál 8 | 238 | 2967 | 13,79% | A |
| Materiál 9 | 193 | 3160 | 14,69% | A |
| Materiál 10 | 189 | 3349 | 15,57% | A |
| Materiál 11 | 186 | 3535 | 16,43% | A |
| Materiál 12 | 182 | 3717 | 17,28% | A |
| Materiál 13 | 152 | 3869 | 17,99% | A |
| Materiál 14 | 143 | 4012 | 18,65% | A |
| Materiál 15 | 138 | 4150 | 19,29% | A |
| Materiál 16 | 136 | 4286 | 19,93% | A |
| Materiál 17 | 135 | 4421 | 20,55% | A |
| Materiál 18 | 133 | 4554 | 21,17% | B |
| Materiál 19 | 130 | 4684 | 21,78% | B |
| Materiál 20 | 111 | 4795 | 22,29% | B |
| Materiál 21 | 100 | 4895 | 22,76% | B |
| Materiál 22 | 99 | 4994 | 23,22% | B |
| Materiál 23 | 98 | 5092 | 23,67% | B |
| Materiál 24 | 96 | 5188 | 24,12% | B |
| Materiál 25 | 95 | 5283 | 24,56% | B |
| Materiál 26 | 92 | 5375 | 24,99% | B |
| Materiál 27 | 89 | 5464 | 25,40% | B |
| Materiál 28 | 88 | 5552 | 25,81% | B |
| Materiál 29 | 83 | 5635 | 26,20% | B |
| Materiál 30 | 83 | 5718 | 26,58% | B |
| Materiál 31 | 81 | 5799 | 26,96% | B |
| Materiál 32 | 73 | 5872 | 27,30% | B |
| Materiál 33 | 71 | 5943 | 27,63% | B |
| Materiál 34 | 66 | 6009 | 27,94% | B |
| Materiál 35 | 66 | 6075 | 28,24% | B |
| Materiál 36 | 66 | 6141 | 28,55% | B |
| Materiál 37 | 64 | 6205 | 28,85% | B |
| Materiál 38 | 64 | 6269 | 29,15% | B |
| Materiál 39 | 62 | 6331 | 29,43% | B |
| Materiál 40 | 62 | 6393 | 29,72% | B |
| Materiál 41 | 61 | 6454 | 30,01% | B |
| Materiál 42 | 60 | 6514 | 30,28% | B |
| Materiál 43 | 59 | 6573 | 30,56% | B |
| Materiál 44 | 59 | 6632 | 30,83% | B |
| Materiál 45 | 59 | 6691 | 31,11% | B |
| Materiál 46 | 57 | 6748 | 31,37% | B |
| Materiál 47 | 56 | 6804 | 31,63% | B |
| Materiál 48 | 55 | 6859 | 31,89% | B |
| Materiál 49 | 55 | 6914 | 32,14% | B |

PŘÍLOHA P II: TOK MATERIÁLU Z DĚLENÍ



PŘÍLOHA P III: TOK MATERIÁLU Z KOVÁRNY



- 1 Vstup 1 MCFV/4
- 2 MCFV/4
- 3 Vstup MCFV/4
- 4 Vstup mechanici
- 5 Pracoviště mechaniků

- 6 Výstup mechanici/Vstup TKU
- 7 Vstup 2 MCFV/4
- 8 Výstup TKU
- 9 Výstup z nástrojárny

→ Přesun materiálu manipulantem
→ Přesun materiálu operátorem

PŘÍLOHA P IV: ČÁST SKLADOVANÝCH POLOŽEK (LEŽÁKY)

| Výrobní zakázka | Datum plánovaného ukončení | ABAS (informační systém) |
|--|----------------------------|--------------------------|
| U MCFV 8 | | |
| VP 1 | 12.03.2020 | vykázáno částečně |
| VP 2 | 19.01.2019 | vykázáno částečně |
| VP 3 | 29.06.2017 | není |
| VP 4 | 25.02.2020 | vykázáno částečně |
| VP 5 | 26.06.2018 | vykázáno částečně |
| VP 6 | 18.04.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 7 | 03.04.2020 | vykázáno částečně |
| Regál u mistrů krajní pole | | |
| VP 8 | 15.11.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 9 | 24.08.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 10 | 28.08.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 11 | 03.09.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 12 | 08.10.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 13 | 13.11.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 14 | 08.07.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 15 | 24.04.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 16 | 14.07.2020 | vykázáno bez operace |
| U MCFV 7 | | |
| VP 17 | 16.10.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 18 | 26.10.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 19 | 27.11.2020 | není |
| VP 20 | 27.11.2020 | vykázáno bez operace |
| VP 21 | 30.11.2020 | vykázáno částečně |
| Regál vpravo v průchodu poslední pole | | |
| VP 22 | 18.10.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 23 | 24.10.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 24 | 10.10.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 25 | 20.02.2020 | není |
| VP 26 | 28.08.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 27 | 15.06.2015 | vykázáno bez operace |
| VP 28 | 06.06.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 29 | 24.10.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 30 | 28.08.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 31 | 15.08.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 32 | 26.10.2018 | |
| VP 33 | 28.08.2019 | vykázáno bez operace |
| VP 34 | 27.06.2019 | vykázáno částečně |
| VP 35 | 15.06.2015 | vykázáno bez operace |
| VP 36 | 15.07.2017 | není |
| VP 37 | 09.01.2019 | vykázáno částečně |
| VP 38 | 11.12.2018 | není |
| VP 39 | 18.09.2015 | vykázáno bez operace |
| VP 40 | 07.10.2016 | vykázáno bez operace |
| VP 41 | 29.05.2017 | vykázáno bez operace |
| VP 42 | 26.06.2017 | vykázáno bez operace |

PŘÍLOHA P VI: NOVÝ TOK MATERIÁLU Z DĚLENÍ

