

Analýza materiálového toku a průchodnosti pracoviště ve vybraném podniku

Tereza Mrňková

Bakalářská práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav logistiky

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Tereza Mrňková
Osobní číslo: L20503
Studijní program: B1041P040003 Aplikovaná logistika
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Analýza materiálového toku a průchodnosti pracoviště ve vybraném podniku

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte literární rešerši zaměřenou na danou problematiku.
2. Proveďte analýzu současného stavu vybraného pracoviště.
3. Na základě provedených analýz navrhnete opatření vedoucí ke zvýšení průchodnosti pracoviště.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
2. JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Građa Publishing. Expert (Građa), 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
3. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Građa. Expert (Građa), 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucí bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Kateřina Kadalová**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2023**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 5.5.2023

Jméno a příjmení studenta: Tereza Mrňková

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na analýzu materiálového toku a průchodnosti vybraného pracoviště. Práce zahrnuje literární rešerši zaměřující se obecně na výrobu, materiálový tok, normování spotřeb času a stručně popisuje koncepty řízení výroby. Na základě poznatků načerpaných v teoretické části byla vypracována část analytická, kde se analyzoval aktuální průtok pracovištěm, využila metoda 5S, spaghetti diagram a snímek pracovního dne. Na závěr byla navržena řešení vedoucí ke zlepšení aktuálního stavu.

Klíčová slova: materiálový tok, snímek pracovního dne, spaghetti diagram

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on the analysis of material flow and production capacity of a selected workplace. The thesis includes a literature search focusing on production in general, material flow, standardization of time consumption and briefly describes the concepts of production management. Based on the knowledge gleaned in the theoretical part, an analytical part was formulated where the actual flow through the workplace was analysed, 5S method, spaghetti diagram and a snapshot of the working day were used. In the end, solutions were proposed to improve the current situation.

Keywords: material flow, snapshot of the working day, spaghetti diagram

Tímto bych ráda poděkovala paní Ing. et Ing. Kateřině Kadalové, vedoucí mé bakalářské práce, za cenné informace a rady, které mi během mého psaní práce poskytla a za její trpělivost a čas, který mi věnovala.

Také bych chtěla poděkovat všem, kteří mi poskytovali podporu.

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VÝROBA.....	11
1.1 VÝROBNÍ FAKTORY	11
1.2 ŘÍZENÍ VÝROBY	11
1.2.1 Strategické řízení.....	12
1.2.2 Taktické řízení.....	12
1.2.3 Operativní řízení.....	12
1.3 KLASIFIKACE VÝROBNÍCH PROCESŮ	12
1.4 TYPY VÝROBNÍCH PROCESŮ DLE STRUKTURY MATERIÁLOVÝCH TOKŮ.....	13
1.5 FORMY ORGANIZACE VÝROBNÍHO PROCESU	14
1.6 ČLENĚNÍ OBJEMU VÝROBY DLE VÝROBNÍHO PROGRAMU.....	15
1.6.1 Kusová výroba	15
1.6.2 Sériová výroba	15
1.6.3 Hromadná výroba.....	16
1.7 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ	16
2 VÝROBNÍ SYSTÉM.....	18
2.1.1 Kapacita.....	18
2.1.2 Elasticita.....	18
3 MATERIÁLOVÝ TOK	19
3.1 SPAGHETTI DIAGRAM	19
3.2 SANKEYŮV DIAGRAM	20
4 NORMOVÁNÍ SPOTŘEBY ČASU.....	21
4.1 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE	21
4.2 MOMENTOVÉ POZOROVÁNÍ	21
4.3 SNÍMEK OPERACE	22
5 KONCEPTY ŘÍZENÍ VÝROBY.....	23
5.1 MRP	23
5.2 MRP II.....	23
5.3 ERP.....	23
5.4 OPT	23
5.5 JIT.....	24
5.6 KANBAN.....	24
5.7 SIX SIGMA	24
5.8 LEAN MANAGEMENT	24

5.8.1	Metoda 5S	25
5.9	SHOP FLOOR MANAGEMENT	25
II	PRAKTICKÁ ČÁST	26
6	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	27
6.1	CERTIFIKACE.....	27
6.2	CERTIFIKOVANÁ LETADLA	28
6.3	LETADLA PROCHÁZEJÍCÍ VÝVOJEM	29
7	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ	30
7.1	POPIS PRACOVIŠTĚ	30
7.1.1	Fáze výroby požární přepážky	30
7.1.2	Fáze výroby nosníku podvozku	30
7.1.3	Fáze kompletace trupu	30
7.1.4	Fáze dokončování trupu	31
7.2	ZNÁZORNĚNÍ MATERIÁLOVÉHO TOKU NA PRACOVIŠTI	32
7.3	ANALÝZA AKTUÁLNÍHO PRŮTOKU PRACOVIŠTĚM	33
7.4	ANALÝZA POŘÁDKU VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ	33
7.5	POHYB PRACOVNÍKŮ V JEDNOTLIVÝCH FÁZÍCH VÝROBY.....	36
7.6	SNÍMKOVÁNÍ PRACOVNÍHO DNE PRACOVNÍKŮ.....	38
7.6.1	Snímek pracovního dne pracovníka výroby požární přepážky	38
7.6.2	Snímek pracovního dne pracovníka výroby nosníku podvozku	39
7.6.3	Snímek pracovního dne pracovníka kompletační fáze.....	41
7.6.4	Snímek pracovního dne pracovníka dokončovací fáze	43
8	SHRNUTÍ ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ	46
9	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU	48
9.1	REORGANIZACE PRACOVIŠTĚ	48
9.1.1	Pohyb pracovníků v novém uspořádání	49
9.2	NÁVRH ZPŮSOBU UKLÁDÁNÍ DÍLŮ PRO RYCHLEJŠÍ ORIENTACI.....	51
	ZÁVĚR	52
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	53
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK.....	57
	SEZNAM PŘÍLOH.....	58

ÚVOD

Podnikání má za cíl podle standardních ekonomických pouček maximalizaci zisku. Za předpoklad dosažení zisku lze považovat, že množství dosažených výnosů bude v podniku vyšší než součet nákladů. V prostředí velké konkurence je vítán každý krok, který povede k úspoře nákladů. Ve výrobních firmách se proto čím dál častěji zmiňuje štíhlá výroba, která je postavena na eliminaci zbytečných činností a zefektivnění jednotlivých toků.

Cílem této práce je především analýza materiálového toku a průchodnosti pracoviště ve vybraném podniku, dále také návrhy, které povedou ke zlepšení současného stavu.

Bakalářská práce se skládá ze dvou částí, teoretické a praktické. Teoretická část bude vysvětlovat, co je to výroba, konkrétně druhy řízení výroby, klasifikace výrobních procesů, typy výrobních procesů dle struktury materiálových toků, formy organizace výrobního procesu, členění objemu výroby dle výrobního programu a typy uspořádání pracovišť. Dále se popíše výrobní systém a jeho dvě nejdůležitější vlastnosti, kterými je kapacita a elasticita. Následně se charakterizuje materiálový tok a uvedou metody, které se mohou využít pro jeho analýzu. Vysvětlí se, co znamená normování spotřeby času a popíšu se metody, které se mohou využít k získání potřebných dat. V závěru jsou popsány koncepty řízení výroby, mezi které se řadí i lean management.

Praktická část bude analyzovat současný stav vybraného pracoviště a navrhne zlepšení současného stavu. V kapitole zaměřené na popis pracoviště se blíže charakterizují jednotlivé fáze výroby trupu ultralehkého letadla. Dále se využije nakreslený layout, na kterém se znázorní materiálový tok, který proudí pracovištěm. Provede se analýza aktuálního průtoku pracovištěm a analýza pořádku vybraného pracoviště. Vytvoří se spaghetti diagram, který bude znázorňovat, kudy se pracovníci pohybují. Poté se zhotoví pro každou fázi jeden snímek pracovního dne, který bude zaznamenávat doby trvání jednotlivých činností, které vykoná pracovník. Na závěr analýzy současného stavu pracoviště se provede shrnutí zjištěných skutečností. Poslední kapitolou v práci budou návrhy na zlepšení aktuálního stavu, které budou obsahovat reorganizaci pracoviště a návrh způsobu ukládání dílů pro rychlejší orientaci.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

Výroba je účelnou kombinací faktorů, jejímž cílem je vytvoření věcných výkonů či služeb. Vytvořením věcných statků a služeb výroba umožňuje uspokojení potřeb zákazníka (Tomek a Vávrová, 2014).

Jurová a kolektiv (2013) tvrdí, že pokud chápeme výrobu jako proces, který přidává v průběhu transformace ke zdrojům přidanou hodnotu a tím vytváří požadované produkty, výrobky či služby pro zákazníky či trhy, pak je nutné z hlediska podnikové ekonomiky zajistit ekonomicky optimální výrobní proces. (In Jurová, 2016)

Křekovský a Valsa (2012) charakterizují výrobu jako činnost, kterou firma vykonává za účelem poskytnutí výrobku či služby zákazníkům, od kterých získává peníze. Dále upozorňují na skutečnost, že výroba se nevyskytuje pouze v zemědělství a průmyslu, ale také existuje i v dopravě, v poradenských firmách, na vysokých školách, v nemocnicích, na úřadech atd. Řízení výroby by se měla věnovat náležitá pozornost, protože ve výrobě se podstatnou měrou rozhoduje o nákladech, produktivitě, konkurenceschopnosti, spokojenosti zákazníků, o zisku a podnikatelském úspěchu.

1.1 Výrobní faktory

Práce

Do pojmu práce můžeme zahrnout veškeré lidské zdroje, které jsou využitelné ve výrobním procesu (Křekovský a Valsa, 2012).

Půda

Pod pojmem půda se v podstatě rozumí veškeré přírodní zdroje, orná půda, lesy, zdroje nerostných surovin, voda a vzduch (Křekovský a Valsa, 2012).

Kapitál

Kapitálem nazýváme výrobní faktory, které vznikají v průběhu výrobního procesu a jsou dále uplatňovány jako vstupy v další výrobě (Křekovský a Valsa, 2012).

1.2 Řízení výroby

Management má obecně různý rozsah z hlediska výše pohledu na řízenou problematiku. Z toho jsou odvozeny tři úrovně řízení: strategická, taktická a operativní (Jurová, 2016).

1.2.1 Strategické řízení

K zásadním prvkům strategického řízení podniku patří strategie výroby, která se zabývá strategií nových výrobků, nových trhů, prodejních cest, nových technologií a budováním konkurenční přednosti. Ve vztahu k taktickému a operačnímu řízení existují systémové vazby, které je nutno respektovat při definici úloh strategického řízení (Dupal', 2019). Strategické řízení výroby by mělo být realizováno vrcholovým vedením firmy (Křekovský a Valsa, 2012).

1.2.2 Taktické řízení

Posláním taktického řízení je realizace strategie, která by v určitém systému výrobků a v požadovaném výrobním systému poskytla konkurenční výhodu. Rozhodnutí taktického managementu se týkají: výrobku (přesněji výrobkové politiky), projektu vybavení výrobního systému a projektu organizace výrobního systému (Dupal', 2019).

Mezi charakteristické vlastnosti na rozdíl od strategického řízení výroby se řadí užší záběr, kratší časový horizont, menší stupeň nejistoty a vyšší stupeň podrobnosti. Taktické řízení bývá svěřeno oddílu, který má celopodnikovou působnost a je zodpovědný především za střednědobé plánování výroby (Křekovský a Valsa, 2012).

1.2.3 Operativní řízení

Operativní management je nejnižším stupněm řízení. Do náplně operativního řízení patří využití základních informací, rychlé rozhodování, nejvyšší aktualizace vstupních dat a sbírání dat o průběhu výrobního procesu. Dále se zabývá konkrétním sortimentem, analýzou výrobních faktorů, zabezpečením výrobních faktorů a časovým průběhem výrobního procesu (Dupal', 2019). Operativní řízení je zabezpečováno speciálními útvary, které obvykle působí jako součást vedení výrobních provozů, a dále pracovníky odpovědnými za plánování a řízení výroby na dílnách (Křekovský a Valsa, 2012).

1.3 Klasifikace výrobních procesů

Výrobní procesy můžeme klasifikovat podle převažujícího charakteru technologických procesů, které se ve výrobě využívají. Celkem se dělí na čtyři níže uvedené procesy (Gros a kolektiv, 2016).

Mechanicko-technologické procesy

Při mechanicko-technologických procesech se využívají mechanické a fyzikální operace. Výsledkem zmíněných operací je změna tvaru zpracovávaných materiálů, jako příklad se uvádí montáž, obrábění, lisování atd. V některých případech je změna tvaru doprovázena získáním zcela nových vlastností materiálů. Typickým příkladem jsou nanomateriály a nanovlákná (Gros a kolektiv, 2016).

Chemicko-technologické procesy

V chemicko-technologických procesech je typické využívání chemických reakcí, které zapříčiňují změnu složení zpracovaných surovin anebo se s jejich využitím vyrábí úplně nové materiály s novými vlastnostmi a chemickým složením (Gros a kolektiv, 2016).

Biochemické procesy

Biochemické procesy jsou obdobou procesů chemicko-technologických s jedním důležitým rozdílem a tím je využití působení mikroorganismů (Gros a kolektiv, 2016).

Energetické procesy

Energetické procesy se využívají pro výrobu energií a pro tyto uvedené procesy je typický převod různých energetických zdrojů na elektřinu, nosiče tepla a podobně. Do sféry energetických procesů je možné zahrnout také technologické procesy jaderné, jelikož jejich hlavním zaměřením je výroba energií (Gros a kolektiv, 2016).

1.4 Typy výrobních procesů dle struktury materiálových toků

Struktura materiálových toků je významně ovlivněna používanou technologií. Zatímco AVT analýza rozděluje výrobní procesy na tři typy (Gros a kolektiv, 2016), autorský tým Macurová, Klabusayová a Tvrdoň (2018) uvádí, že existují čtyři typy výrobních procesů, a to A, V, T a I.

Výrobní procesy typu A

Výrobní procesy typu A fungují tak, že se nejdříve v prvním stupni vyrobí velké množství dílů, v dalším stupni se z nich vyrábí komponenty, z nich postupně montážní skupiny až po finální montáž, ve které vzniká konečný výrobek. Materiálové toky se postupně spojují v tzv. konvergentních bodech, kterých má výrobní proces řadu. Tento typ procesů najdeme v mechanické strojírenské výrobě, ale také u výroby směsných produktů v potravinářství apod. (Gros a kolektiv, 2016).

Výrobní procesy typu V

Ve výrobních procesech typu V existuje mnoho divergentních bodů, přes které se materiálový tok štěpí. V posledním stupni získáme z výchozí suroviny širokou řadu výrobků. Tuto strukturu toků využívá značné množství chemicko-technologických procesů, podobný průběh má i mnoho potravinářských výrob (Gros a kolektiv, 2016).

Výrobní procesy typu T

Výrobní procesy typu T charakterizuje velmi jednoduchá, takřka lineární struktura většiny materiálového toku a dále skutečnost, že v posledním stupni získáme velké množství variant z obvykle stejného základu. Materiálový tok obsahuje minimum konvergentních a divergentních bodů, umožňuje operativní přizpůsobení výrobků individuálním potřebám konečných zákazníků. Zmíněný výrobní proces má logicky ideální strukturu z hlediska plánování a řízení výroby (Gros a kolektiv, 2016).

Výrobní proces typu I

Výrobní proces typu I je typický nevětvenou, stejnorodou výrobou neustále stejných položek. Příkladem je produkce polotovarů v chemickém průmyslu (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018).

1.5 Formy organizace výrobního procesu

Zde hraje důležitou roli vybavení a uspořádání výrobního procesu a tím také řízení materiálových toků (Jurová, 2016).

Proudová

Vyrábí se hromadně jeden nebo několik velmi podobných produktů, aniž by se jednotlivé výrobní fáze rozpojovaly pomocí mezioperačních zásob. Prostorové rozmístění a zařízení se přizpůsobuje výrobku. Na návrh celého systému se vynakládá mnoho tvůrčího řešení, času a kapitálu (Jurová, 2016).

Skupinová

Je produkováno několik produktů s relativně ustálenou spotřebou. Každý výrobek prochází podnikem po pevné trase a je vyráběn na stejných zařízeních. Zařízení musí mít schopnost přizpůsobení k výrobě většího počtu výrobků. Vybrané části výrobního procesu je možno za určitých podmínek uspořádat jako proudové linky. Výrobní zařízení se rozestavují podle skupiny produktů (Jurová, 2016).

Fázová

Při této výrobě se produkuje mnoho různých produktů jak standardních, tak pro zákazníka, které se pohybují dílnou po trasách odlišných pro každý výrobek. Fázová výroba je typická různorodostí tras i délkou zpracovacích časů. Využívá se technologické uspořádání výroby (Jurová, 2016).

1.6 Členění objemu výroby dle výrobního programu

Opakovanost výroby výrazně působí na výsledné logistické i ekonomické charakteristiky. Pokud se opakovanost výroby zvyšuje, navyšuje se výkonnost příslušných výrobních jednotek, zkracuje se průběžná doba a klesají celkové náklady na jednotku produkce. Naproti tomu, čím je opakovanost výroby větší, tím se zmenšuje pružnost reakce na požadavky zákazníků i na různé poruchy ve výrobě (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018).

1.6.1 Kusová výroba

Kusová výroba je orientována na výrobu na zakázku. Každý druh výrobku má v tomto případě malý objem výroby, a tudíž je širší sortimentu velká k dosažení potřebného objemu tržeb. Každá zakázka může být ojedinělá a požaduje specifický postup výroby, který obsahuje speciální posloupnosti kroků, takže není žádný standardní průchod materiálu příslušnou výrobní jednotkou (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018).

Dupař (2019) tvrdí, že jde o nejnižší typ organizace výroby, neboť je spojená s nejmenší mírou opakovatelnosti výrobního procesu a má nejvyšší náklady na jednotku produkce.

Lochmannová (2022) uvádí, že kusová výroba je produkce jednoho nebo velmi malého množství daného druhu výrobku, která se dále člení na výrobu na staveništi, výrobu na zakázku a výrobu podle projektu.

1.6.2 Sériová výroba

V případě sériové výroby jsou samostatné výrobky vyráběny ve větších množstvích, tzv. výrobních sériích. Na základě velikosti výrobní série ji lze rozlišit na malosériovou nebo velkosériovou (Gros a kolektiv, 2016). V průmyslu je sériová výroba nejčastěji se vyskytujícím typem organizace výroby. Za její hlavní znak lze považovat opakovatelnost operací a výrobků, čímž se přibližuje k hromadné výrobě (Dupař, 2019).

Macurová, Klabusayová a Tvrdoň (2018) uvádějí, že se sériová výroba zaměřuje na několik druhů výrobků, z nichž každý je zhotovován s určitou opakovatelností ve větších či menších

sériích. Podle velikostí rozlišují výrobu na malosériovou, středněsériovou a velkosériovou. Lochmannová (2022) tvrdí, že se jedná o výrobu na sklad, která je opakovaná a zákazník ji neovlivňuje.

1.6.3 Hromadná výroba

Hromadná výroba je charakteristická vyráběním jednoho nebo několika druhů výrobků s velkým objemem a poměrně dlouhou ustáleností výroby stejných výrobků. V tomto typu výroby lze využít jednoúčelové stroje a vysoce specializované pracovníky (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018). Dupal' (2019) tvrdí, že daná organizace výroby se vyznačuje úzkým sortimentem výrobků, které jsou vyráběny ve velkém množství, a to znamená, že je zde vysoká míra opakovatelnosti výrobního procesu.

Gros a kolektiv (2016) tvrdí, že hromadná výroba vyrábí pouze jeden druh výrobku ve velkém množství. Výroba probíhá na specializované výrobní lince, která je náročná na náklady. Výrobní procesy probíhají za ustálených technologických podmínek a lze je snadno automatizovat.

1.7 Uspořádání pracovišť

Zvolené formě organizace pracovišť musí odpovídat rozestavení výrobních prostor. Pracoviště a provozy by se měly uspořádat tak, aby se dosáhlo jednosměrného pohybu materiálových toků se záměrem dosáhnout co nejefektivnějšího uspořádání (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018).

Pevná pozice výrobku

Při tomto uspořádání pracoviště jsou pracovníci a výrobní zařízení přesouvány dle potřeby do místa výroby. Materiál a rozpracovaný výrobek se v průběhu zpracování nepřemísťují (Křekovský a Valsa, 2012).

Technologické uspořádání

Formují se skupiny podobných pracovišť, která nejsou uspořádána podle technologického postupu výrobků. Rozpracované výrobky se podle potřeby přemísťují mezi jednotlivými pracovišti (Křekovský a Valsa, 2012). Macurová, Klabusayová a Tvrdoň (2018) tvrdí, že se seskupují do jednoho útvaru takové druhy zařízení nebo profese pracovníků, které jsou určeny k vykonávání technologicky si podobných operací.

Buňkové uspořádání

Buňkového uspořádání se využívá, pokud se vyrábí široký a měnící se sortiment, u kterého je obtížné využít předmětnou specializaci a rozmístění pro každý výrobek samostatně. Buňky má smysl vytvářet tam, kde má výroba dostatečně velkou opakovatelnost (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018). Křekovský a Valsa (2012) uvádí, že se pracoviště uspořádávají do skupin tak, aby se dané části výroby mohly uskutečnit na jednom místě bez přesunu výrobku mezi jednotlivými operacemi. Každá buňka reprezentuje pracoviště určené pro zhotovování určitého typu technologicky podobných výrobků.

Předmětné uspořádání

Při předmětném uspořádání se pracoviště seřazují prakticky podle potřeb zpracování výrobků s ohledem na jejich minimální přesuny. Pracoviště se seřazují v souladu s technologickým postupem tak, aby přeprava výrobků mezi operacemi byla minimální a nejvíce plynulá (Křekovský a Valsa, 2012). Macurová, Klabusayová a Tvrdoň (2018) uvádějí, že při předmětné specializaci se shromažďují určitá technologicky rozdílná pracoviště, která jsou určena k produkci technologicky si podobných výrobků. Cílem je, aby se výrobek pohyboval plynule od jedné operace ke druhé.

2 VÝROBNÍ SYSTÉM

Výrobní systém je soubor strojů, nástrojů a procesů, které se používají k výrobě zboží nebo služeb. Obvykle zahrnuje kroky získávání surovin, zpracování, montáže a distribuce. Cílem každého výrobního systému je produkovat výstupy v nejvyšší kvalitě, s nejnižšími náklady a v co nejkratším čase. Aby toho výrobci dosáhli, musí neustále usilovat o zlepšování svých procesů a zařízení (SafetyCulture, ©2023).

2.1.1 Kapacita

Kapacita označuje schopnost výkonu výrobní jednotky nebo výrobního systému v určitém časovém úseku. Schopnost výkonu se může charakterizovat kvalitativními a kvantitativními prvky. Kvalitativní schopnost výkonu je definována druhem a kvalitou kapacitní jednotky. Z kvantitativního pohledu je podstata kapacity stanovena měřitelnou schopností výkonu a měrnou jednotkou (Tomek a Vávrová, 2014).

2.1.2 Elasticita

Elasticita se dá definovat jako adaptabilita, představitelnost a popřípadě pohyblivost výrobní jednotky, respektive výrobního systému při změnách pracovních úkolů. Kvalitativní aspekt elasticity vychází z možnosti obsazení výrobního systému alternativními variantami použití. Kvantitativní pružnost je schopnost výrobního systému reagovat na změny množství v objemu produkce (Tomek a Vávrová, 2014).

3 MATERIÁLOVÝ TOK

Materiálový tok je možné definovat jako řízený pohyb surovin, materiálů, rozpracované výroby, hotových výrobků, obalů, přípravků, forem, náhradních dílů, výrobních dispozic, odpadů atd. Lze jej upřesnit objemem, hmotností, frekvencí, směrem, věcnou strukturou, manipulační technikou, vlastnostmi a zásobami (Švecová a Weber, 2021).

Martinovičová, Konečný a Vavřina (2014) tvrdí, že materiálový tok celkově vyjadřuje v dynamickém pojetí prostorové uspořádání výrobního procesu. Nejvíce podstatnou částí je tok pracovních předmětů. Mezi hlavní principy zlepšování materiálového toku považují: odstranění zbytečných manipulací; přímé a nejkratší dopravní cesty; rytmičnost, nepřetržitost a plynulost materiálového toku; mechanizaci a automatizaci manipulace s materiálem; vzájemné sladění veškerých manipulačních činností; vhodné polohování materiálu; úměrnost kapacit manipulačního a výrobního zařízení; materiál co nejméně překládat a přenášet, manipulace se má uskutečnit podle možnosti jedním zařízením; obstarávání vhodných hygienických, bezpečnostních a ostatních pracovních podmínek.

Podle Harrisona a kolektivu (2019) je cílem nepřetržitý, synchronní tok. Nepřetržitý znamená žádné přerušení, žádné upuštění od práce, žádné zbytečné hromadění zásob. Synchronní znamená, že vše probíhá jako správný tanec. Díly a komponenty jsou dodávány včas a ve správném pořadí, přesně na místo, kde jsou potřeba. Často je obtížné vidět "od konce do konce" povahu toku v daném dodavatelském řetězci. Mezi negativní dopady těchto potíží patří hromadění zásob a pomalá reakce na poptávku koncových zákazníků.

Analýza materiálových toků pojímá systémy jako toky materiálů mezi procesy, které samy o sobě mohou obsahovat "zásoby" – materiál, který se raději hromadí v rámci procesu, než aby pokračoval dále do jiného procesu (Millward-Hopkins, Purnell a Baurley, 2023)

3.1 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je jednou z nejjednodušších metod využívaných při analýze materiálového toku. Zmíněný diagram se používá při mapování interního materiálového toku, hledá se s jeho pomocí nejvhodnější přepravní cesta a je pomocníkem při návrhu layoutu pracoviště. Technika je založena na přesném zpracování pohybu každého pracovníka na daném pracovišti v určitém časovém úseku. (Jurová, 2016)

Publikace Mezinárodní organizace práce (2017) charakterizuje spaghetti diagram jako grafické znázornění pohybu materiálů nebo osob v procesu, které se používá k eliminaci zbytečného pohybu nebo přepravy.

Spaghetti diagram je nástroj pro analýzu procesů. Pomáhá analytikům identifikovat nadbytečnosti v pracovních postupech a nacházet příležitosti ke zrychlení toků procesů. Často se využívá video jako pomůcka pro kreslení spaghetti diagramu výrobního systému (Chen a Wang, 2022).

Prostřednictvím Spaghetti diagramu můžeme sledovat cestu pohybu výrobků, pracovníků, meziproductů atd. Lze také použít odlišné barvy pro jednotlivé výrobky, pracovníky nebo technické prostředky a sledovat pohyb v různých časech. Po analýze je možné identifikovat délky pohybů, počty pohybů, překrývání pohybů, křížení pohybů a jejich charakteristiky podle zvolené klasifikace. Aplikací výsledku Spaghetti diagramu můžeme identifikovat neefektivní pohyby a neefektivní oblasti, eliminovat počet pracovníků a provést změny v organizaci práce nebo uspořádání pracovišť. (Senderská, Mareš a Václav, 2017)

3.2 Sankeyův diagram

Sankeyův diagram podává informace o objemu materiálových toků mezi jednotlivými pracovišti nebo subjekty a zároveň o délce přepravních vzdáleností. Diagram ukazuje i místa, na kterých dochází ke křížení cest, kde mohou vzniknout potenciální problémy (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018). Hlavní charakteristikou Sankeyových diagramů a pravděpodobně i důvodem jejich úspěchu je, že šířka šipek vstupů a výstupů je úměrná určité míře výstupu (např. využití energie a energetické ztráty jsou poměrem výroby energie). Poskytuje tak současně kvalitativní a kvantitativní hodnocení vztahů znázorněných v diagramu (De-Córdoba a Molinari, 2022).

4 NORMOVÁNÍ SPOTŘEBY ČASU

Normy spotřeby času jsou důležité pro sestavování časových plánů a rozvrhů činností; řízení procesů v čase a motivování pracovníků; stanovení potřebného počtu pracovníků a rovnoměrné přidělování práce; nacházení potenciálu pro zlepšení procesů a iniciaci zlepšení; stanovení nákladů na činnosti, procesy a produkty (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018).

4.1 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne zjišťuje velikost jednotlivých kategorií času v rámci celé směny. Pozornost je orientována na normovatelné časy a také na ztráty času. Pozorování a měření má za úlohu zjistit velikost a druhy časových ztrát, odhalit zdroj jejich vzniku a vypracovat návrh opatření. Výsledky snímku pracovního dne napomohou k vylepšení organizace procesů a využívají se jako výchozí podklad pro vytváření časových standardů (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018).

Při snímkování pracovního dne se využívá tzv. pozorovací list, do kterého se zaznamenávají začátky a konce činností. Každá činnost se zařazuje do jednotlivých kategorií a následně se označí symboly. Vypočtou se jednotlivé časy, souhrny spotřeby času v rámci jednotlivých kategorií, podíl jednotlivých druhů ztrát a procento potenciálního zvýšení produktivity práce po eliminaci ztrát (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018).

Švecová a Veber (2021) uvádí, že auto-snímky pracovního dne jsou levnější variantou snímkování, ale bohužel méně přesnou. Při tomto typu snímkování si pracovník vede sám veškeré záznamy o svém vynaloženém pracovním času. Auto-snímky jsou využívány převážně v případech, kdy je komplikované k pracovníkovi přiřadit normovače. Pokud jde o strukturu pracovních činností, ukazuje se, že je tato metoda relativně přesná, i když svádí pracovníky ke zkreslování evidovaných času.

4.2 Momentové pozorování

Momentové pozorování je určeno k podobnému účelu jako snímek pracovního dne. Pro stanovení časů vynaložených pracovníkem během směny se neuskutečňuje nepřetržité pozorování, ale nahrazuje ho pozorování přetržité, které probíhá v krátkých vymezených momentech. Během momentového sledování pozorovatel vizuálně zjistí, jakou práci pracovník vykonává či nevykonává a dané zjištění zaznamená do připravené tabulky. Na závěr se provede analýza struktury vynaložených časů na sledovaném pracovišti. Tento druh

pozorování eliminuje řadu nedostatků, které zahrnuje snímek pracovního dne. Mezi tyto nedostatky se řadí skutečnost, že zkoumaný den nemusel být typickým, mohly nastat určité provozní problémy atd. Další nevýhodou snímku pracovního dne je fakt, že si pracovník dá více záležet na své práci, protože snímkování zaregistroval anebo o něm byl dokonce informován dopředu. Momentové pozorování zmíněné nedokonalosti redukuje, jelikož se provádí v náhodných termínech po několik dnů a většinu sledování je možné provádět, aniž by si toho pracovník musel všimnout. (Švecová a Veber, 2021).

4.3 Snímek operace

Snímek operace neboli chronometráž představuje metodu průzkumu spotřeby pracovního času u operací nebo úkonů, které se soustavně opakují. Hlavním úkolem je určit průměrnou reálnou spotřebu pracovního času na provedení jednotlivých složek operace. Vyžaduje se provést několik pozorování a měření, které zamezí vlivu náhodných okolností (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018).

5 KONCEPTY ŘÍZENÍ VÝROBY

Koncepty řízení výroby byly vyvinuty se záměrem eliminovat neefektivnosti dříve využívaných systémů řízení výroby (Křekovský a Valsa, 2012).

5.1 MRP

Plánování požadavků materiálu (material requirement planning) je koncept, který byl zaměřen spíše na řízení zásob materiálu, než na plánování a řízení průběhu výrobního procesu (Křekovský a Valsa, 2012).

5.2 MRP II

Plánování výrobních zdrojů (manufacturing resource planning) pomáhá výrazně snížit vázanosti oběžných prostředků, což je často jeden z hlavních problémů řízení výroby (Křekovský a Valsa, 2012).

5.3 ERP

Plánování podnikových zdrojů (enterprise resource planning) může v závislosti na úhlu pohledu znamenat různé věci. Z pohledu manažerů v podniku je důraz kladen na slovo plánování. ERP představuje komplexní softwarový přístup k podpoře rozhodování současně s plánováním a řízením podniku. Na straně druhé pro komunitu informačních technologií je ERP termín, který popisuje softwarový systém, který integruje aplikační programy v oblasti financí, logistiky, výroby, prodeje a marketingu, lidských zdrojů a dalších funkcí ve firmě (Jacobs, 2011).

Základem ERP systémů je společná databáze, na kterou jsou napojeny mimo výrobu i všechny související oblasti: obchod a marketing, distribuce, technologie, finance, účetnictví, dodavatelské řetězce, řízení vztahů se zákazníky, řízení lidských zdrojů atd. (Křekovský a Valsa, 2012).

5.4 OPT

Optimized production technology je koncept zabývající se optimalizací výrobních toků cestou maximálního využívání kapacit úzkoprofilových pracovišť (Křekovský a Valsa, 2012).

5.5 JIT

Základní myšlenkou just-in-time je výroba pouze nezbytných položek v potřebné kvalitě, v nezbytných množstvích, v nejpozději přípustných časech. Orientuje se na odstranění pěti základních druhů ztrát, které plynou z nadprodukce, čekání, dopravy, udržování zásob a nekvalitní výroby (Křekovský a Valsa, 2012).

5.6 Kanban

Kanban je samoregulační systém řízení výroby, který se vystavěl na principech JIT (Křekovský a Valsa, 2012). Macurová, Klabusayová a Tvrdoň (2018) tvrdí, že se kanban řadí k nástrojům štíhlého managementu, ale lze jej využívat i samostatně. Systém je založen na využívání kanbanových karet, které obsahují informace. Karty se pohybují vždy mezi dvěma navazujícími články a vykonávají funkci signálu pro zahájení práce na další dávce u dodávajícího pracoviště. Kanban uplatňuje princip tahu, což znamená, že se činnost dodávajícího pracoviště odvíjí od potřeby pracoviště odebírajícího.

5.7 Six Sigma

Koncept Six Sigma je možno chápat třemi odlišnými způsoby: jako celkovou filozofii řízení podniku, která se zakládá na principu nepřetržitého zlepšování kvality procesů a výrobků; jako přístup ke zvyšování kvality výroby a výrobků; jako vyžadovanou míru kvality výroby (Křekovský a Valsa, 2012).

5.8 Lean management

Štíhlá výroba je v podniku charakteristická tím, že se zaměstnanci snaží zaměřovat na činnosti, kterými přidávají hodnotu zákazníkovi a také se soustředí na odstranění plýtvání a ztrát. Pokud podnik využívá štíhlou výrobu, tak zefektivňuje a zkvalitňuje výrobní procesy, snižuje čas, který je třeba na realizaci produktu, zaměřuje se na potřeby zákazníka a snižuje zmetkovitost a náklady. Nevýhodou je zmenšení počtu pracovních sil a možný odpor zaměstnanců vůči změnám (Dupal, 2019).

Křekovský a Valsa (2012) tvrdí, že koncept štíhlé výroby spočívá ve výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízena separovaně, pomocí flexibilních pracovních týmů, při malém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů.

Košturiak a Frolík (2006) charakterizují štíhlou výrobu jako filozofii, která se snaží zkrátit čas mezi zákazníkem a dodavatelem odstraněním plýtvání v řetězci. Dále uvádí, že štíhlá

výroba není samoúčelné snižování nákladů, ale jde zejména o maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka. Zeštíhlování je cesta k tomu, abychom vyráběli více výrobků, snižovali režijní náklady, účinně využívali své plochy a výrobní zdroje.

Štíhlost znamená: provádět pouze ty činnosti, které jsou nezbytné; dělat je napoprvé; vykonávat je rychleji, než ostatní a utrácet zároveň méně zdrojů. Dále se v lean managementu uplatňuje tzv. štíhlé myšlení, které spěje k principu tahu, jednoduchosti, přímočarosti, vyrovnanému toku práce a omezení činností, které nepřidávají hodnotu (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018).

5.8.1 Metoda 5S

Cílem 5S je v jádru odstranit procesy, které nepřinášejí přidanou hodnotu, a to vytvořením standardních metod pro provádění potřebných prací. Efektivní 5S program tedy zlepšuje efektivitu, kvalitu, pracovní postupy a bezpečnost zaměstnanců. Metoda 5S je založena na japonských slovech začínajících na písmeno "s": Seiri (třídění), Seiton (uspořádání), Seiso (čištění), Seiketsu (standardizace) a Shitsuke (udržování). Mezi výhody se řadí: šetření času strávené hledáním nástrojů; snižování množství chůze potřebné k dokončení úkolů; zvyšování bezpečnosti tím, že se eliminují rizika natahování, ohýbání a zakopnutí; zvyšování spolehlivosti vybavení a uvolňování pracovní plochy (Visco, 2017).

5.9 Shop floor management

Shop floor management neboli dílenské řízení výroby je vývoj a správa dílenských operací, zásob, nástrojů a personálu. Jako aktivní účastník výrobní fáze musí dílenská pracoviště zvládnout všechny faktory, které přímo souvisejí s výrobou. Mezi důležité cíle dílenského řízení výroby patří: uspořádání správného toku materiálu na pracovišti; uvedení postupů a procesů na pracovišti do pořádku; plánování operací, zdrojů a práce; identifikace komunikačních nedostatků na pracovišti; identifikace odchylek od normy v procesech a postupech (Tutorialspoint, ©2023).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Firma XY je akciovou společností, která vznikla v roce 2001 a zaměřuje se zejména na zakázkovou výrobu. Dále je mezinárodní společností, která se řadí mezi přední světové výrobce lehkých sportovních letounů s prodejní sítí ve čtyřiceti zemích světa. Letecká výroba je certifikována Evropským úřadem pro bezpečnost v letectví EASA. Letouny firma vyváží do všech zemí Evropské unie, zejména do Francie, Velké Británie, Německa, Itálie a Skandinávie. Dále se letouny vyváží do USA, Brazílie, Argentiny, Chile, Austrálie a dalších zemích. Prodeje v roce 2021 byly ovlivněny pandemií Covid-19, kdy v řadě zemí z důvodu protiepidemických opatření byl omezen provoz leteckých škol a aeroklubů (interní materiály firmy).

Kromě výroby letadel společnost zajišťuje pro své zákazníky také plánovanou údržbu, opravy, přestavby a modernizace letounů společnosti XY a dodávky náhradních dílů. Pro distribuci náhradních dílů je využívána vlastní prodejní síť ve čtyřiceti zemích světa. V roce 2021 se tržbách servisu letecké techniky podílely hlavně opravy a přestavby ultralehkých a lehkých sportovních letounů a prodej náhradních dílů pro tyto letouny (interní materiály firmy).

Výčet předmětů podnikání firmy XY:

- výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona;
- zámečnictví, nástrojářství;
- obráběčství (interní materiály firmy).

6.1 Certifikace

Firma XY je držitelem certifikátů vydaných agenturou EASA a Českým úřadem pro civilní letectví. Tyto certifikáty opravňují společnost k vývoji a testování malých letadel s max. vzletovou hmotností do 5 700 kg. Kromě toho je společnost držitelem typových certifikátů pro letouny dvou určitých typů (interní materiály firmy).

Výčet veškerých certifikací firmy XY:

- Typová akceptace M/s modelu letadla prvního typu
- Osvědčení organizace letové způsobilosti s kombinovanými právy

- Osvědčení o schválení standardů AS9100D (technicky ekvivalentní EN 9100:2018, JISQ 9100:2016 a KS Q 9100:2018)
- Souhlas s prováděním zkušebních letů vydaný Úřadem pro civilní letectví
- Osvědčení o oprávnění organizace k výrobě
- Typový certifikát pro určitý model
- Typový certifikát pro druhý určitý model
- Certifikát o povolení, že je firma designovou organizací
- Oprávnění k projektování malých letounů tří typů a jejich změn, velmi lehkého letounu daného typu a jeho změn, motorových kluzáků šesti daných typů a jejich změn (interní materiály firmy).

6.2 Certifikovaná letadla

Společnost XY v současné době disponuje výrobou tří typů letadel.

Letadlo prvního typu

Letadlo prvního typu je určeno pro každodenní provoz v klubech a leteckých školách, má moderní odolnou kostru, vynikající letové vlastnosti, snadnou údržbu a nízké provozní náklady. Při provozu se na letadle ocení zejména spolehlivý motor Rotax, který má nízkou spotřebu paliva a šetří náklady díky spotřebě automobilového paliva (interní materiály firmy).

Letadlo druhého typu

Letadlo druhého typu je špičkové cestovní a výcvikové letadlo. Moderní design, vynikající ovladatelnost, snadná údržba a nízké provozní náklady dělají z tohoto letadla výcvikovou platformu číslo jedna pro sportovní piloty, PPL, noční a IR výcvik i zábavné létání pro soukromé piloty (interní materiály firmy).

Letadlo třetího typu

Letadlo třetího typu je jedním z nejosvědčenějších pokročilých ultralehkých letounů na trhu a je schváleno úřady po celém světě. Letoun je k dispozici v několika verzích splňujících letecké předpisy pro ultralehká letadla v evropských zemích, včetně nejnovějšího německého předpisu DAeC LTF-UL600, předpisu DGAC 525 kg MTOW UL ve Francii a

předpisu 600 kg MTOW UL ve Velké Británii. Ve Spojeném království se letadlo prodává s konstrukcí kostry podle EASA CS-LSA (interní materiály firmy).

6.3 Letadla procházející vývojem

Firma XY momentálně má ve vývoji tři letadla.

Letadlo ve vývoji typu 1

Letadlo ve vývoji typu 1 je koncept sportovního letadla budoucnosti poháněný elektromotorem, šetrný k životnímu prostředí, s nízkými náklady na údržbu a provoz. Originální pohonná jednotka zastupuje vrchol výkonnostní řady pohonů určených pro kluzáky, motorová křídla Rogallo nebo motorový paragliding (interní materiály firmy).

Letadlo ve vývoji typu 2

Letadlo ve vývoji typu 2 nabízí optimálně vyvážené letové parametry. Při vývoji se společnost zaměřila nejen na rychlost letu, ale také na pohodlí v kokpitu a další ergonomické aspekty, nízké náklady na vlastnictví letadla a také na jeho dlouhý dolet. Tvar letadla je navržen a optimalizován s ohledem na nejlepší aerodynamické vlastnosti. Ovladatelnost, stabilita, rychlost a vynikající letové vlastnosti jsou základními parametry, které se berou v úvahu při vývoji jeho optimálního tvaru (interní materiály firmy).

Letadlo ve vývoji typu 3

Letadlo typu 3 nabízí nekompromisní provozní všestrannost. Díky největšímu objemu kabiny ve své kategorii a pohodlným sedadlům poskytuje nejvyšší standard pohodlí pro cestující. Alternativně lze kabinu zaplnit nákladem, jehož pohodlné nakládání zajišťují široké dveře. Celokovová konstrukce usnadňuje opravy. Všechny klíčové součásti hydraulického a elektrického systému jsou snadno přístupné, protože jsou těsně umístěny v podvozkových hřebenech nebo v přídi letadla. Nejsou proto nutné žádné schody ani žebříky (interní materiály firmy).

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ

Tato kapitola se věnuje analyzování současného stavu vybraného pracoviště, konkrétně stavu pracoviště výroby trupů ultralehkých letadel. Na zvoleném pracovišti je aplikováno předmětné uspořádání.

7.1 Popis pracoviště

Výroba na pracovišti se skládá ze čtyř důležitých fází a těmi jsou: výroba požární přepážky, výroba nosníku podvozku, fáze kompletace a fáze dokončování. Na pracovišti se mimo tyto fáze nachází další samostatné objekty znázorněné v layoutu (viz obrázek č. 1). Jedním z těchto zmíněných objektů je vyrovnávací deska, kterou převážně využívá fáze výroby požární přepážky a nosníku podvozku, leč v malé míře. Regál umístěný vedle vyrovnávací desky slouží pro pracovníky k odkládání dílů a rozpracovaných částí trupu, aby nepřekážely v prostoru pracoviště. Blízko zmíněného regálu se nachází dva skladovací prostory, které náleží skladu. Dále je po pracovišti rozmístěno několik stolů a regálů, které nemají své konkrétní využití a převážně fungují jako prostor pro odkládání dokumentace, pomůcek, dílů apod.

7.1.1 Fáze výroby požární přepážky

Fáze výroby požární přepážky využívá speciálního přípravku, na kterém pracuje vždy jeden pracovník. Pracovník má dále k dispozici pracovní stůl, regál s veškerými díly a prázdný odkládací regál. Hotová požární přepážka dále putuje do fáze kompletace.

7.1.2 Fáze výroby nosníku podvozku

Výroba nosníku podvozku se uskutečňuje v těsné blízkosti s výrobou požární přepážky, kde se nachází k dispozici pracovní stůl a regál s díly, ale přípravek, který je pro výrobu velice důležitým, je umístěn až ve středu pracoviště. Na tuto výrobní fázi je také jako u předchozí fáze potřeba jeden pracovník. Hotový nosník se přemísťuje dále společně s požární přepážkou do fáze kompletace.

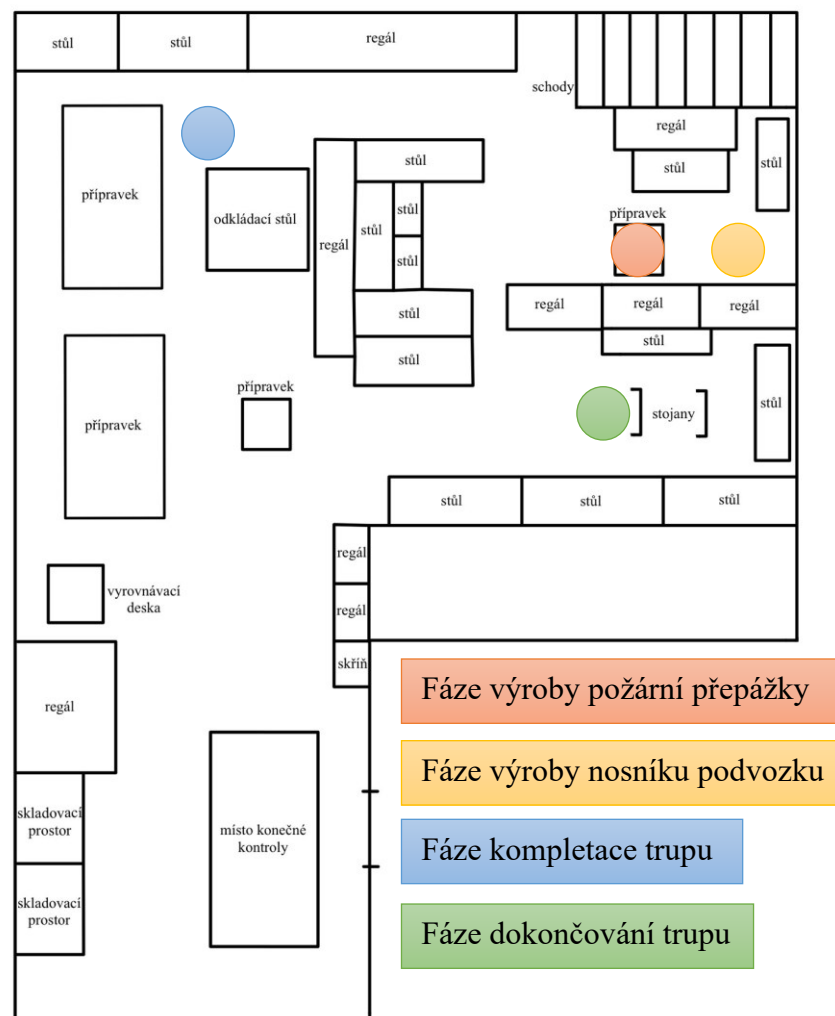
7.1.3 Fáze kompletace trupu

Fáze kompletace se zabývá zkompletováním třech stěžejních částí trupu ultralehkého letadla. Mezi tyto části se řadí: požární přepážka, nosník podvozku a centroplán. Zmíněný centroplán se dodává na pracoviště již ve zkompletovaném stavu. Nachází se zde dva pracovníci, jelikož je kompletace pracnější a více časově náročná fáze než fáze předchozí.

Pracovníci mají k dispozici dva přípravky, ale plně využívají pouze jeden z nich. Druhý přípravek slouží spíše jako prostor pro odkládání anebo jako záloha prvního přípravku, kdyby se jakýmkoliv způsobem poškodil. K pracovišti též patří odkládací stůl, na kterém se rozkresluje podlaha letadla anebo je využíván jako pomůcka při různé manipulaci s rozpracovaným trupem.

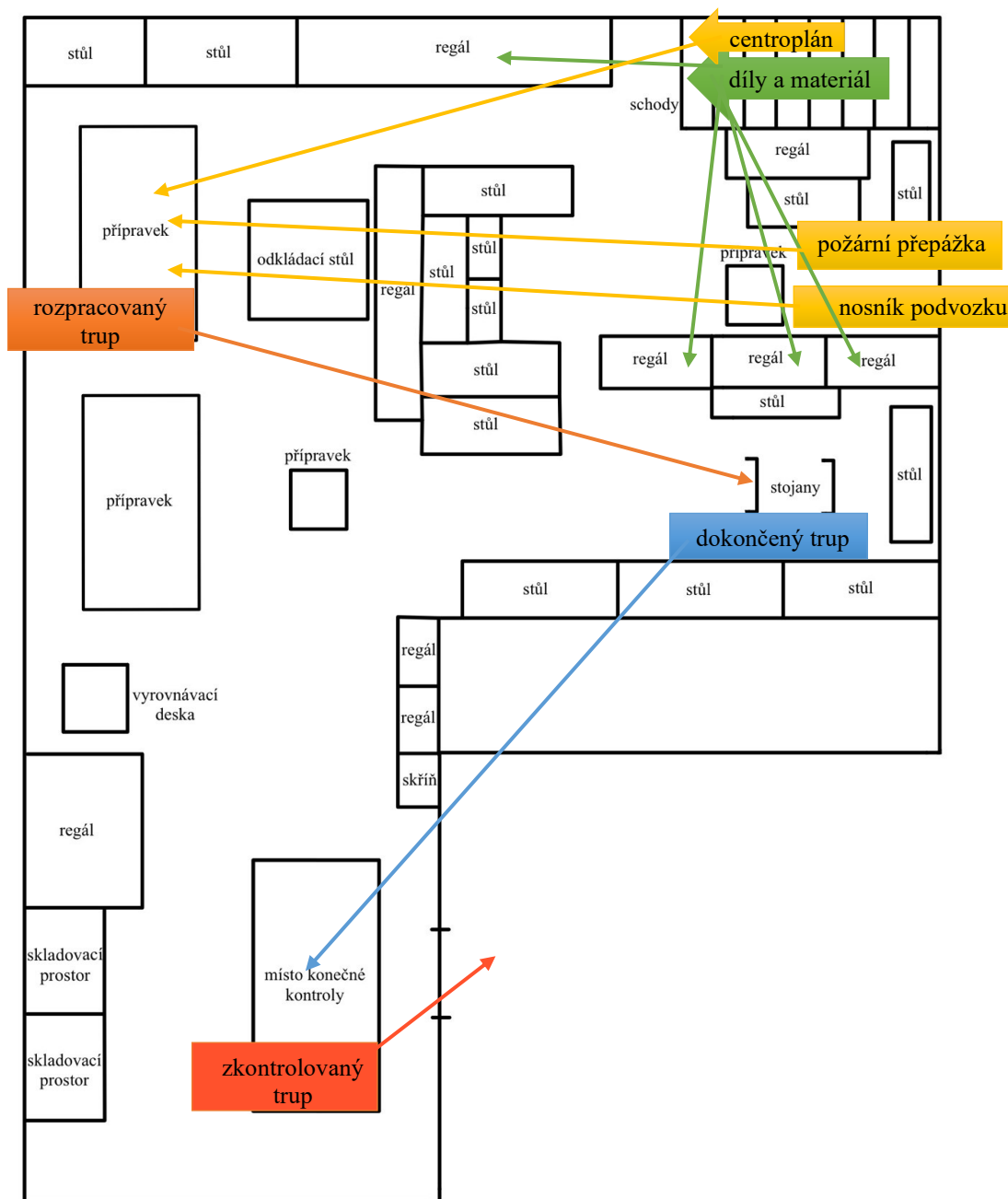
7.1.4 Fáze dokončování trupu

Poslední fáze má za úkol dokončit trup letadla, aby mohl následně pokračovat dále do výroby. Složitost práce a časová náročnost dokončení jednoho trupu je velmi obdobná jako u kompletace trupu, tudíž se zde také nachází dva pracovníci. Pracovníci v této fázi už nepotřebují žádný přípravek, proto se zde nachází pouze jednoduché stojany, na které se rozpracovaný trup umísťuje.



Obrázek 1 Layout pracoviště (vlastní zpracování)

7.2 Znázornění materiálového toku na pracovišti



Obrázek 2 Materiálový tok (vlastní zpracování)

Nejdříve na pracoviště přichází díly a materiál ze skladu a putují do čtyř regálů, přitom každý regál náleží právě jedné fázi výroby. Centroplán přichází jako polotovar na pracoviště stejnou cestou jako díly s materiálem, ale putuje přímo k přípravku, kde probíhá kompletační fáze. Hotová požární přepážka spolu s nosníkem podvozku putují na stejné místo jako centroplán. Dále se přesouvá rozpracovaný trup na stojany, kde se trup dokončí. Dokončený trup následně pokračuje na konec pracoviště do místa konečné kontroly. Za předpokladu, že

trup projde úspěšně kontrolou, pokračuje dále do výroby na následující pracoviště, které je umístěno o patro níže.

7.3 Analýza aktuálního průtoku pracovištěm

Na základě podkladů poskytnutých firmou XY byla stanovena doba potřebná na jednotlivé výrobní fáze. V následující tabulce jsou přehledně zapsány doby, které potřebují jednotlivé výrobní fáze na pracovišti na dokončení jednoho svého výstupu.

Tabulka 1 Časová náročnost výrobních fází
(vlastní zpracování dle interní dokumentace)

Název fáze	Časová náročnost výroby
Centroplán	3 pracovní dny
Požární přepážka	3 pracovní dny
Nosník podvozku	2 pracovní dny
Kompletace	5 pracovních dnů
Dokončování	5 pracovních dnů

Dále byly informace zaneseny do tabulky, která se v rámci přehlednosti v bakalářské práci rozdělila do dvanácti tabulek viz příloha I a II.

Nejdříve je potřeba vyrobit centroplán, požární přepážku a nosník podvozku. Jakmile jsou vyrobeny všechny tři tyto části, může započít fáze kompletace a po jejím skončení fáze dokončování. V tabulkách jsou oranžově zvýrazněné dny, kdy neprobíhá výroba, konkrétně víkendy, svátky a celozávodní dovolená. Po zanalyzování údajů uvedených v tabulkách v příloze I a II byly získány následující údaje. V současném stavu by bylo pracoviště schopné vyprodukovat za rok 2023 celkem 46 trupů ultralehkých letadel. Dále můžeme z tabulek vyčíst, že za měsíc pracoviště sestaví v průměru tři až čtyři trupy.

7.4 Analýza pořádku vybraného pracoviště

Analýza pořádku vybraného pracoviště byla provedena metodou auditu 5S, který byl zpracován formou checklistu. Níže uvedená hodnotící kritéria jsou rozdělena do pěti částí: třídění, uspořádání, čištění, standardizace a udržování. V každé části je okolo tří až čtyř otázek. Na otázky se odpovědělo osmkrát negativně a desetkrát pozitivně. Z toho vyplývá, že pořádek na pracovišti byl splněn na 55,55 %.

Tabulka 2 5S audit (vlastní zpracování)

Kritéria		Splněno
Třídění		
1.	Jsou na pracovišti pouze potřebné nástroje?	NE
2.	Jsou odstraněny z pracoviště osobní věci?	ANO
3.	Je určen prostor pro ukládání nepotřebných materiálů?	NE
4.	Jsou na pracovišti pouze aktuální pokyny a postupy, které nejsou zastaralé?	ANO
Uspořádání		
1.	Je materiál uskladněn takovým způsobem, aby nedošlo k jeho poškození?	NE
2.	Je materiál v regálech označen?	NE
3.	Jsou volně dosažitelné a nezaskládáné hydranty?	ANO
4.	Má všechno své místo na pracovišti?	NE
Čištění		
1.	Jsou podlahy čisté?	NE
2.	Udržují pracovníci pořádek na svých pracovištích?	NE
3.	Probíhá úklid denně?	ANO
4.	Je vybavení na úklid k dispozici pracovníkům v případě potřeby?	ANO
Standardizace		
1.	Byl 5S audit prováděn minulý měsíc?	ANO
2.	Jsou výrobní pravidla a provozní postupy jasné a přístupné?	ANO
3.	Jsou všichni obeznámeni se svými povinnostmi?	ANO
Udržování		
1.	Jsou všichni správně proškoleni na 5S?	ANO
2.	Jsou pracovníkům prezentovány úspěchy 5S?	ANO
3.	Jsou součástí systému nějaké odměny?	NE



Obrázek 3 Odkládací regál (vlastní zpracování)



Obrázek 4 Regál – dokončovací fáze (vlastní zpracování)



Obrázek 5 Regál s polotovary (vlastní zpracování)

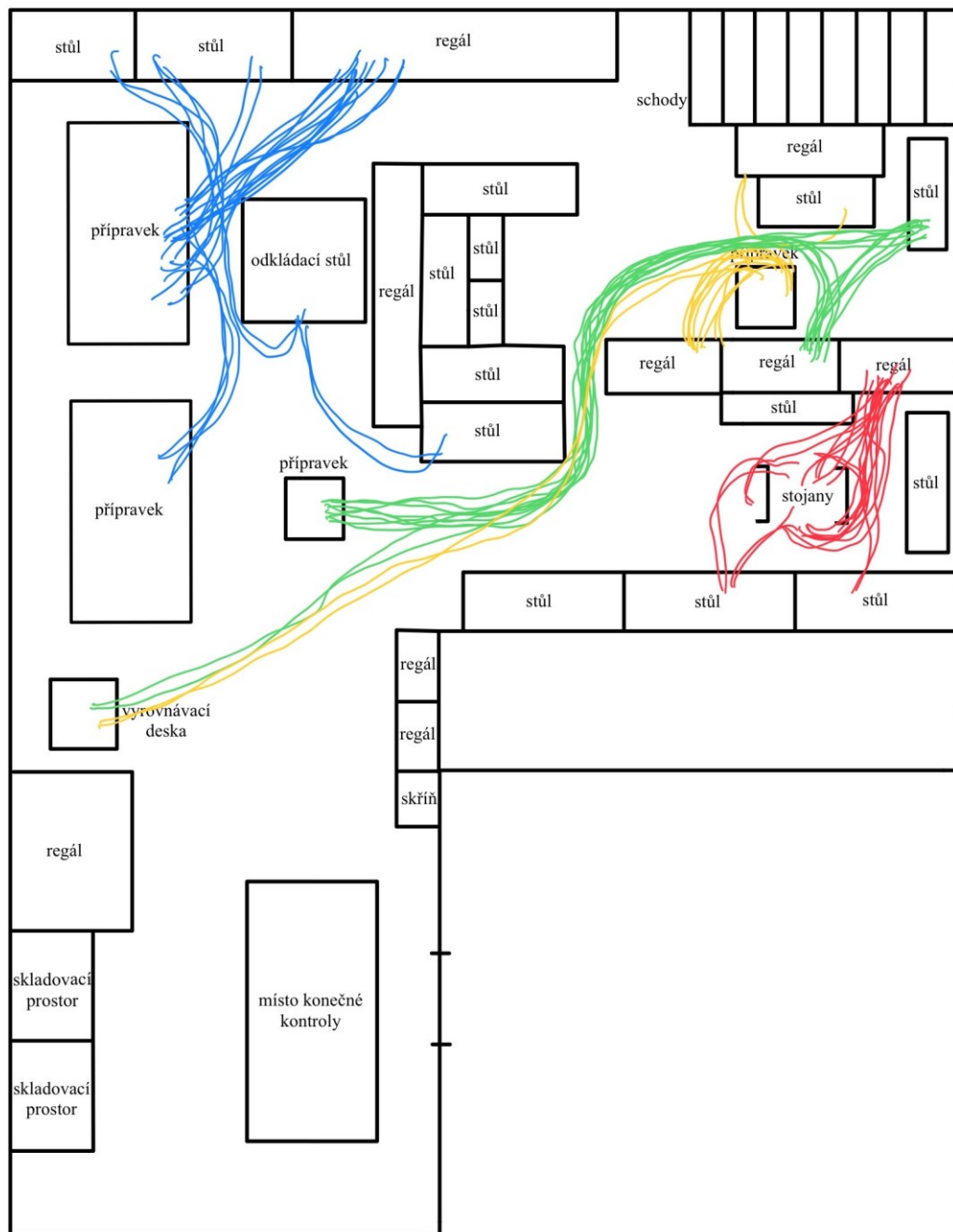
Na výše uvedených obrázcích jsou vidět příklady regálů, které se na pracovišti nachází. Obrázek 3 je vyfocený regál určený k odkládání, takže na něm vidíme různé díly a polotovary. V regálu nemá nic své vlastní místo, předměty z něj vyčnívají a jeví se zde možné riziko poškození obsahu.

Na obrázku 4 se nachází regál, který využívá dokončovací fáze. Dle fotografie je opět jasné, že díly nemají své určené místo a položky se vkládají, tam kde je zrovna prostor. Na obrázku je také možné spatřit krabici na zemi vedle regálu, která se využila na odkládání, protože regál v daný okamžik nedisponoval žádným volným místem. Jediné pravidlo, které se zavedlo pro skladování je, že na levou stranu regálu se ukládají díly pro jeden typ trupu a na pravou pro druhý typ.

Obrázek 5 ukazuje regál, do kterého se ukládají polotovary, které používá fáze kompletace. Na první pohled je zřejmé, že regál polotovarů oproti předchozím vypadá více uklizeně. Opět zde ale vidíme, že polotovary nemají svá určená místa v policích a přesahují hrany regálu, což může vést k nepříjemnostem jako je nějaký úraz nebo poškození polotovaru.

7.5 Pohyb pracovníků v jednotlivých fázích výroby

Následující obrázek ukazuje pohyby pracovníků v každé části výroby na vybraném pracovišti. Každé fázi byla přiřazena jiná barva pro lepší přehlednost. Fáze výroby požární přepážky je ve spaghetti diagramu zaznačena žlutou barvou, fáze výroby nosníku podvozku zelenou, fáze kompletace trupu modrou a fáze dokončování červenou.



Obrázek 6 Spaghetti diagram (vlastní zpracování)

Na obrázku je hned viditelné, že trasy některých pracovníků jsou delší než trasy jiných. Ze spaghetti diagramu lze pouhým okem určit, že pracovník vyrábějící nosník podvozku nachodí po pracovišti nejdélší trasy oproti ostatním zaměstnancům, celkově musí stále obcházet různé objekty, jako je přípravek, regály a stoly. Skutečnost, že se překrývají zelené a žluté trasy, nám sděluje, že pro dané dva pracovníky je pravděpodobné, že se srazí nebo si budou zbytečně překážet, což automaticky způsobí určité prostoje ve výrobě.

7.6 Snímkování pracovního dne pracovníků

Snímkování pracovního dne probíhalo celkem čtyřikrát, na každou fázi výroby náleží jeden snímek. Každá směna začínala v šest hodin ráno a končila ve dvě hodiny odpoledne, tudíž jedna pracovní směna má délku osm hodin. Všichni zaměstnanci na vybraném pracovišti mají stanovenou přestávku na oběd, která začíná v poledne přesně 12:00 a trvá třicet minut.

7.6.1 Snímek pracovního dne pracovníka výroby požární přepážky

Tabulka 3 Snímek pracovního dne – výroba požární přepážky (vlastní zpracování)

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
1.	6:00	-	-	Začátek směny
2.	6:00	6:02	0:02:17	Hledání dokumentace
3.	6:02	6:02	0:00:04	Chůze k regálu
4.	6:02	6:08	0:06:24	Hledání dílů
5.	6:08	6:08	0:00:02	Chůze k přípravku
6.	6:08	6:42	0:34:12	Osazování přípravku
7.	6:42	6:43	0:00:02	Chůze k regálu
8.	6:43	6:50	0:07:31	Hledání dílů
9.	6:50	6:50	0:00:03	Chůze k přípravku
10.	6:50	7:04	0:13:51	Usazování předem nachystaného dílu
11.	7:04	7:04	0:00:02	Chůze k regálu
12.	7:04	7:12	0:08:03	Hledání dílů
13.	7:12	7:12	0:00:03	Chůze k přípravku
14.	7:12	7:55	0:43:00	Montování
15.	7:55	7:55	0:00:02	Chůze k regálu
16.	7:55	8:03	0:07:38	Hledání dílů a pomůcek
17.	8:03	8:03	0:00:03	Chůze k přípravku

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
18.	8:03	8:57	0:54:12	Stahování závěsů na přípravku
19.	8:57	8:57	0:00:03	Chůze k regálu
20.	8:57	9:06	0:09:11	Hledání dílů a pomůcek
21.	9:06	9:06	0:00:04	Chůze k přípravku
22.	9:06	12:00	2:53:43	Svrtávání
23.	12:00	12:30	0:30:00	Přestávka na oběd
24.	12:30	13:33	1:02:57	Svrtávání
25.	13:33	13:33	0:00:03	Chůze k regálu
26.	13:33	13:34	0:01:20	Hledání dílů
27.	13:34	13:34	0:00:02	Chůze k přípravku
28.	13:34	14:00	0:25:12	Svrtávání
29.	14:00	-	-	Konec směny

Výše uvedený snímek uvádí, že pracovník vykonal za jeden pracovní den celkem 27 činností, pokud se nepočítá pauza na oběd, začátek a konec směny. Veškeré kroky zabraly zaměstnanci celkově 33 sekund. Hledání dokumentace, dílů a pomůcek pracovníkovi trvalo po sečtení 42 minut a 24 sekund. Nejvíce času zabralo svrtávání a to konkrétně 4 hodiny 21 minut a 52 sekund. Stahování závěsů na přípravku trvalo 54 minut, montování 43 minut, osazování přípravku 34 minut a usazování předchystaného dílu pouhých 14 minut.

7.6.2 Snímek pracovního dne pracovníka výroby nosníku podvozku

Tabulka 4 Snímek pracovního dne – výroba nosníku podvozku (vlastní zpracování)

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
1.	6:00	-	-	Začátek směny
2.	6:00	6:07	0:07:46	Hledání dokumentace
3.	6:07	6:07	0:00:03	Chůze k regálu

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
4.	6:07	6:13	0:05:46	Hledání dílů
5.	6:13	6:13	0:00:04	Chůze ke stolu
6.	6:13	6:53	0:39:54	Navrtávání
7.	6:53	6:53	0:00:04	Chůze k regálu
8.	6:53	7:00	0:06:52	Hledání dílů
9.	7:00	7:00	0:00:03	Chůze ke stolu
10.	7:00	8:19	1:18:51	Nýtování
11.	8:19	8:19	0:00:03	Chůze k regálu
12.	8:19	8:21	0:02:07	Hledání dílů
13.	8:21	8:21	0:00:04	Chůze ke stolu
14.	8:21	8:36	0:14:45	Nýtování
15.	8:36	8:36	0:00:09	Chůze k přípravku
16.	8:36	8:53	0:17:22	Osazování přípravku
17.	8:53	8:54	0:00:08	Chůze ke stolu
18.	8:54	8:54	0:00:10	Chůze k přípravku
19.	8:54	9:20	0:26:14	Osazování přípravku
20.	9:20	9:20	0:00:09	Chůze k regálu
21.	9:20	9:28	0:08:13	Hledání dílů a pomůcek
22.	9:28	9:28	0:00:09	Chůze k přípravku
23.	9:28	12:00	2:31:42	Vrtání
24.	12:00	12:30	0:30:00	Přestávka na oběd
25.	12:30	12:33	0:02:53	Hledání dílů
26.	12:33	12:33	0:00:09	Chůze k přípravku

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
27.	12:33	13:37	1:03:42	Vrtání
28.	13:37	13:37	0:00:08	Chůze k regálu
29.	13:37	13:41	0:03:31	Hledání dílů
30.	13:41	13:41	0:00:08	Chůze k přípravku
31.	13:41	14:00	14:00	Vrtání
32.	14:00	-	-	Konec směny

Snímek pracovního dne pracovníka výroby nosníku podvozku vykazuje 29 činností, plus přestávku na oběd, začátek a konec směny. Pracovníkovi přesuny po pracovišti zabraly přesně celkem jednu minutu a 31 sekund. Na hledání dokumentace, dílů a pomůcek zaměstnanec vynaložil 37 minut svého pracovního času. V aktuální části výroby nejvíce času podle snímku zabralo veškeré svrtávání, a to téměř čtyři hodiny. Druhou nejvíce časově náročnou činností se ukázalo být nýtování, které trvalo jednu hodinu a 33 minut. Doba trvání navrtávání a osazování přípravku je značně podobná, tedy okolo 40 minut.

7.6.3 Snímek pracovního dne pracovníka kompletační fáze

Tabulka 5 Snímek pracovního dne – kompletace (vlastní zpracování)

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
1.	6:00	-	-	Začátek směny
2.	6:00	6:04	0:04:17	Hledání dokumentace
3.	6:04	6:04	0:00:06	Chůze k pracovnímu stolu
4.	6:04	6:33	0:28:47	Rozkreslování podlahy
5.	6:33	6:33	0:00:06	Chůze k regálu
6.	6:33	6:35	0:02:06	Hledání dílů
7.	6:35	6:35	0:00:05	Chůze k přípravku
8.	6:35	6:49	0:13:53	Osazování přípravku (požární přepážka)

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
9.	6:49	6:49	0:00:04	Chůze k pracovnímu stolu
10.	6:49	6:53	0:03:50	Hledání pomůcek
11.	6:53	6:53	0:00:06	Chůze k přípravku
12.	6:53	7:26	0:33:19	Montování požární přepážky
13.	7:26	7:26	0:00:05	Chůze k regálu
14.	7:26	7:31	0:04:42	Hledání dílů
15.	7:31	7:31	0:00:06	Chůze k přípravku
16.	7:31	7:42	0:11:03	Osazování přípravku (centroplán)
17.	7:42	7:42	0:00:07	Chůze k regálu
18.	7:42	7:52	0:09:38	Hledání potřebných dílů
19.	7:52	7:52	0:00:08	Chůze k přípravku
20.	7:52	8:09	0:17:03	Doplňování nosníku podvozku potřebnými díly
21.	8:09	8:37	0:27:41	Umístění nosníku podvozku
22.	8:37	8:37	0:00:07	Chůze k pracovnímu stolu
23.	8:37	8:40	0:03:24	Hledání agraf
24.	8:40	8:40	0:00:08	Chůze k přípravku
25.	8:40	12:00	3:20:14	Zaagrafování
26.	12:00	12:30	0:30:00	Přestávka na oběd
27.	12:30	13:23	0:53:00	Zaagrafování
28.	13:23	13:24	0:00:10	Chůze k pracovnímu stolu
29.	13:24	13:26	0:01:58	Hledání agraf
30.	13:26	13:26	0:00:09	Chůze k přípravku
31.	13:26	14:00	0:34:22	Rozebírání (příprava na bočnice)

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
32.	14:00	-	-	Konec směny

Ze snímku pracovního dne zaměstnance na kompletační fázi lze vyčíst, že pracovník vykonal sumárně za jeden den 29 činností vyjímaje obědní přestávky, začátku a konce pracovní směny. Veškerá přemístění pracovníka během pracovní doby si vyžádala po sečtení jednu minutu a 27 sekund. Hledání dokumentace, dílů a pomůcek trvalo sumárně 29 minut a 55 sekund. Časově nejnáročnější činností se podle snímku jeví zaagrafování, konkrétně trvající čtyři hodiny třináct minut a čtrnáct sekund. Zbývající činnosti se pohybují v přibližném rozmezí mezi deseti minutami a půl hodinou. Rozkreslení podlahy zabere pracovníkovi téměř 29 minut. Činnosti týkající se požární přepážky zabírají 47 minut a 12 sekund. Přípravek se centroplánem osazoval pouhých jedenáct minut a tři sekundy. Doplnění nosníku podvozku potřebnými díly a jeho následné umístění zaměstnanci zabralo 44 minut a 44 sekund. Poslední činnost, která má připravit rozpracovaný trup na bočnice, pracovník vykonával 34 minut a 22 sekund.

7.6.4 Snímek pracovního dne pracovníka dokončovací fáze

Tabulka 6 Snímek pracovního dne – dokončovací fáze (vlastní zpracování)

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
1.	6:00	-	-	Začátek směny
2.	6:00	6:03	0:03:20	Hledání dokumentace
3.	6:03	6:03	0:00:05	Chůze k regálu
4.	6:03	6:09	0:06:24	Hledání součástek
5.	6:09	6:09	0:00:04	Chůze ke stojanům
6.	6:09	7:53	1:43:29	Vrtání
7.	7:53	7:53	0:00:03	Chůze k regálu
8.	7:53	7:58	0:04:53	Hledání dílů
9.	7:58	7:58	0:00:05	Chůze ke stojanům

Pořadí	Začátek činnosti	Konec činnosti	Doba trvání	Název činnosti
10.	7:58	8:15	0:17:21	Montování stabilizátoru
11.	8:15	8:15	0:00:06	Chůze k regálu
12.	8:15	8:22	0:06:34	Hledání dílů
13.	8:22	8:22	0:00:05	Chůze ke stojanům
14.	8:22	8:37	0:14:56	Montování stabilizátoru
15.	8:37	8:37	0:00:05	Chůze k regálu
16.	8:37	8:44	0:07:12	Hledání dílů
17.	8:44	8:44	0:00:06	Chůze ke stojanům
18.	8:44	11:16	2:31:54	Zabudovávání laminátu
19.	11:16	11:16	0:00:04	Chůze k regálu
20.	11:16	11:19	0:02:43	Hledání pomůcek
21.	11:19	11:19	0:00:05	Chůze ke stojanům
22.	11:19	12:00	0:40:42	Zabudovávání laminátu
23.	12:00	12:30	0:30:00	Přestávka na oběd
24.	12:30	12:39	0:09:32	Dokončování zabudovávání laminátu
25.	12:39	12:39	0:00:04	Chůze k regálu
26.	12:39	12:47	0:07:52	Hledání dílů a pomůcek
27.	12:47	12:47	0:00:06	Chůze ke stojanům
28.	12:47	14:00	1:12:30	Potahování kýlu
29.	14:00	-	-	Konec směny

Pracovník dokončovací fáze během dne vykonal celkem 26 činností, opět bez započítání přestávky na oběd, začátku a konce směny. Přesuny po pracovišti pracovníkovi sumárně zabraly poměrně krátký časový úsek, přesně 58 sekund. Veškeré hledání, ať už dokumentace, dílů nebo pomůcek si vyžádalo 38 minut a 58 sekund z pracovního času zaměstnance. Nejvíce časově náročnou činností se ukázalo být zabudovávání laminátu, které

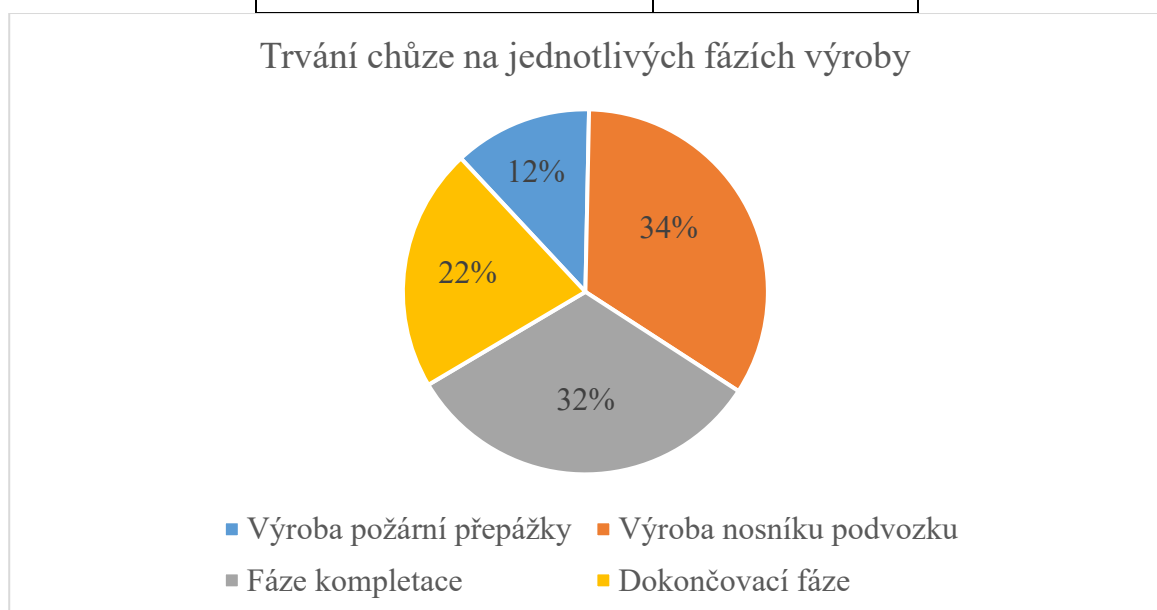
po sečtení trvalo celkově tři hodiny 22 minut a 8 sekund. Druhou nejdelší činností je svrtávání o délce jedna hodina 43 minut a 29 sekund, za tuto činnost se s délkou trvání hned řadí potahování kýlu trvajícím jednu hodinu dvanáct minut a 30 sekund. Montování stabilizátoru zabralo pouze něco málo přes půl hodiny, tedy 32 minut a 17 sekund.

8 SHRUTÍ ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ

Analýzou aktuálního průtoku pracovištěm bylo zjištěno, že za standardních podmínek je pracoviště za rok 2023 je schopné vyrobit 46 trupů ultralehkých letadel. Dále bylo zjištěno, že pořádek na pracovišti není v nejlepším stavu, metodou 5S bylo určeno, že se kritéria na pracovišti plní pouze na pouhých 55,55 %, což není nejlepší stav. Na základě fotografií regálů pořízených na pracovišti je vidno, že pořádek v policích není v nejlepším stavu a měla by se vytvořit nějaká opatření, která by stávající stav vylepšila. Většina regálů postrádá označení v nich uložených položek, aby se zaměstnanci mohli lépe, a hlavně rychleji orientovat. Dále nám snímkování pracovního dne podalo informace, jak dlouho probíhají jisté činnosti, a hlavně kolik času pracovníci ztratí chůzí a veškerým hledáním.

Tabulka 7 Shrnutí časů vynaložených na chůzi
(vlastní zpracování)

Název fáze	Trvání činnosti
Výroba požární přepážky	0:00:33
Výroba nosníku podvozku	0:01:31
Kompletační fáze	0:01:27
Dokončovací fáze	0:00:58



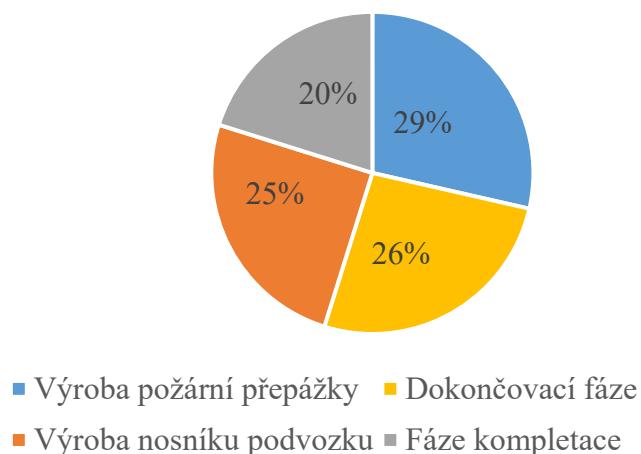
Obrázek 7 Graf porovnání časů vynaložených na chůzi (vlastní zpracování)

Na grafu je jasně a přehledně vyobrazeno, že nejvíce času chůzí ztratí pracovníci fáze výroby nosníku podvozku a nejméně času chůze zabere pracovníkovi fáze výroby požární přepážky.

Tabulka 8 Shrnutí časů vynaložených na hledání
(vlastní zpracování)

Název fáze	Trvání činnosti
Výroba požární přepážky	0:42:24
Výroba nosníku podvozku	0:37:08
Kompletační fáze	0:29:55
Dokončovací fáze	0:38:58

Porovnání časů vynaložených na veškerá hledání na jednotlivých fázích



Obrázek 8 Graf porovnání časů využitých na hledání v jednotlivých fázích výroby (vlastní zpracování)

Při prvním pohledu na graf se zjistí, že pracovníci všech výrobních fázích vynaloží celkově na veškerá hledání poměrně podobající se časy, avšak nejvíce hledá zaměstnanec na fázi výroby požární přepážky. Na pracovišti by se měla zavést taková opatření, která zvětší přehlednost nejlépe ve všech regálech, tím zredukuje dobu hledání a následně postupem času celkově zkrátí potřebný čas na výrobu.

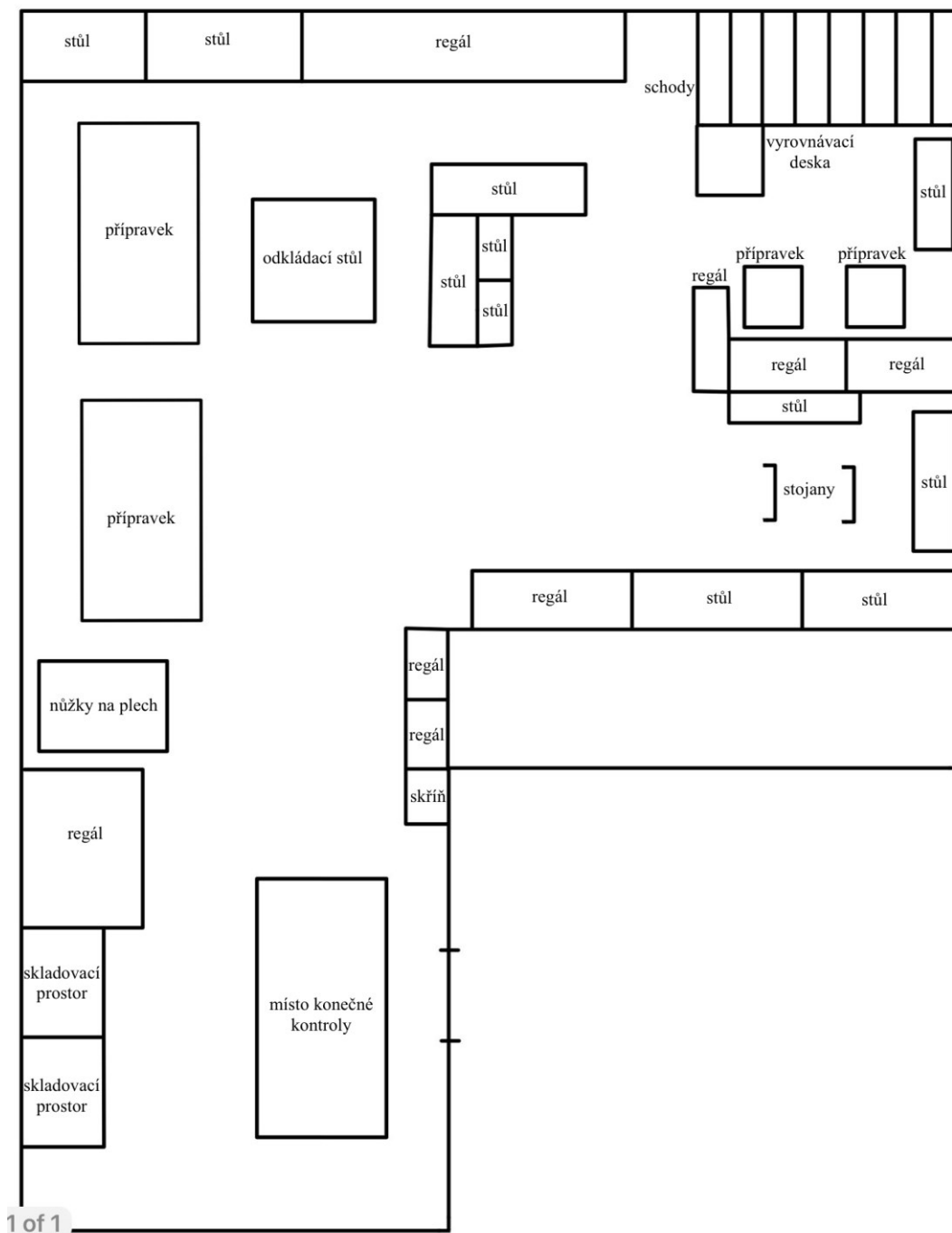
Podle spaghetti diagramu bylo zjištěno, které objekty na pracovišti pracovníci využívají a které nikoliv. Tato zjištění dávají podklady například k odstranění nevyužívaných stolů, regálů atd. Také bylo určeno, že pracovníci pracující na fázi výroby požární přepážky a nosníku podvozků chodí zbytečně dlouhé trasy, které by bylo příhodné, jakkoliv zredukovat.

9 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Návrhy řešení na zlepšení současného stavu pracoviště byly vytvořeny na základě analýzy současného stavu, zejména na spaghetti diagramu a analýzy pořádku pracoviště.

9.1 Reorganizace pracoviště

Na základě zjištění, která proběhla po zanalyzování pohybu pracovníků, byl přijat nový layout. V novém layoutu, který lze vidět níže na obrázku se provedly následující úpravy. Přípravek, který se využívá pro výrobu nosníku podvozku se přemístil ze středu pracoviště blíže ke schodům, konkrétně vedle přípravku pro výrobu požární přepážky. Díky této úpravě budou mít pracovníci volnější průchod pracovištěm a také tento přesun bude mít pozitivní dopad na pracovníka, který přípravek přímo využívá. Dále se přesunula vyrovnávací deska, která se umístila vedle schodů, ale aby se tam mohla umístit, tak se nejdříve musel odstranit regál a pracovní stůl. Zmíněný regál a pracovní stůl se z důvodu minimálního využívání zcela odstranili, aby měli pracovníci více volného místa a nic jim zbytečně nepřekáželo při výkonu práce. Eliminovalo se na pracovišti i několik dalších objektů, jako kupříkladu velký regál, který byl umístěný vedle odkládacího stolu, díky němuž pracovníci nemohli obcházet stůl ze všech stran, což jim celkově ztěžovalo práci na něm prováděnou. Následně se vedle zredukoval počet ze šesti stolů na čtyři, protože nebyl žádný důvod jich mít na pracovišti takové množství, pokud se aktivně nevyužívaly. Zbývající stoly zaměstnancům dostatečně postačují pro veškeré odkládání, ať už dokumentací či různých materiálů. Pro rozšíření prostoru k průchodu pracovištěm se pootočilo s regálem o devadesát stupňů. Na místo, které se uvolnilo po vyrovnávací desce se umístily nůžky na plech, jenž dříve spočívaly o patro níže na jiném pracovišti, protože nebylo místo, kam je umístit. Díky tomuto přesunu ušetří pracovníci chůzi po schodech, která může vést více k možnému pádu pracovníka než chůze po rovné podlaze. Na dokončovací fázi se jeden stůl, který se nevyužíval, vyměnil za regál a pracovníci tak získali oddělený úložný prostor pouze pro jejich výrobní fázi.



Obrázek 9 Nový layout (vlastní zpracování)

9.1.1 Pohyb pracovníků v novém uspořádání

Na spaghetti diagramu v novém rozložení je hned na první pohled vidno, že trasy pracovníků různých fází se kříží pouze minimálně, konkrétně se protínají cesty jen pracovníkům fáze výroby požární přepážky a výroby nosníku podvozku. Pokud se pohyby pracovníků porovnájí s pohyby v původním diagramu, tak se spatří redukce delších tras, které dříve absolvovali pracovníci dvou již zmíněných fází. Také je v diagramu patrné, že zaměstnanci

kompletační fáze již chodí okolo odkládacího stolu a nemusí jej zbytečně obcházet. Dále mají kratší a méně komplikovanou cestu k pracovnímu stolu. U dokončovací fáze chodí zaměstnanci takřka podobně, ale s takovou změnou, že chodí už ke svému oddělenému regálu, který jim nově přibyl a je k němu volnější cesta než k regálu, který využívali dříve.



Obrázek 10 Spaghetti diagram – nové rozložení (vlastní zpracování)

9.2 Návrh způsobu ukládání dílů pro rychlejší orientaci

Na obrázcích 3 až 5 je patrné, že položky v regálech nejsou nijak ohraničené, tudíž je velká pravděpodobnost, že může něco vypadnout a následně se poškodit. Pro minimalizaci tohoto rizika navrhuji nakoupit do regálů boxy bez víka, do kterých by se mohly položky bezpečně ukládat. Každému boxu bych přiřadila určitou položku či položky, aby se pokaždé ukládaly na stejné místo. Na každý box doporučuji nalepit viditelný štítek s názvem položky, díky kterému bude každý vědět, jak se položka v boxu nazývá. Pokud nebude možné z důvodu velikosti položky sehnat box, tak by bylo alespoň vhodné nad nebo pod položku dát její označení, aby se určilo její stálé místo ukládání. Na obrázku 11, který lze vidět níže je ukázka konkrétní regálové přepravky, která by se dobře využila například pro různé šroubky, agrafy a menší součástky. Zmíněná přepravka má stabilní provedení, je stohovatelná a je k dostání v různých rozměrech.



Obrázek 11 Regálová přepravka (Auer Packaging)

ZÁVĚR

Cílem této práce byla analýza materiálového toku a průchodnosti pracoviště ve vybraném podniku, dále také návrhy, které povedou ke zlepšení současného stavu.

Teoretická část bakalářské práce byla zaměřena na rešerši zejména výroby. Práce řešila druhy řízení výroby, klasifikaci výrobních procesů, typy výrobních procesů dle struktury materiálových toků, formy organizace výrobního procesu, členění objemu výroby dle výrobního programu a typy uspořádání pracovišť. Byl popsán výrobní systém, charakterizován materiálový tok s metodami jeho analýzy. Dále bylo vysvětleno, co je to normování spotřeby času a uvedly se metody, které se v souvislosti s ním využívají. V závěru teoretické části byly uvedeny a popsány koncepty řízení výroby jako například lean management, kanban, shop floor management atd.

V praktické části proběhla analýza současného stavu vybraného pracoviště. Přehledně se znázornil materiálový tok. Dále se provedla analýza aktuálního průtoku pracovištěm, díky které bylo zjištěno kolik trupů bude pracoviště schopné za rok 2023 vyprodukovat. Pro analýzu pořádku byla vypracována tabulka metodou 5S, na jejím základě se zjistilo na kolik procent je pořádek plněn. Dále byl vypracován spaghetti diagram, který ukázal pohyby pracovníků v jednotlivých fázích výroby. Také poskytl informace o tom, kteří pracovníci chodí zbytečné trasy a kde se kříží cesty pracovníkům. Následně byly vypracovány tabulky, do kterých byl zaznamenán snímek pracovního dne jednotlivých pracovníků. Na základě těchto tabulek bylo zjištěno, kolik času je věnováno chůzi po pracovišti, jak dlouho pracovníci hledají potřebné díly a kolik času je věnováno samotné práci. Daná zjištění byla shrnuta v samostatné kapitole. V závěru praktické části se navrhl nový layout, který pracoviště přijalo a vytvořil se nový spaghetti diagram, ve kterém jde vidět zlepšení. Poté byla ještě doporučena opatření vedoucí k lepší orientaci v regálech.

Dané téma bakalářské práce je aktuální a potřebné pro výrobní podniky, které chtějí vylepšovat stavy svých pracovišť a zvyšovat následně celkovou produkci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

DE-CÓRDOBA, Gonzalo F. a Benedetto MOLINARI. Sankey diagrams for macroeconomics: A teaching complement bridging undergraduate and graduate Macro. 2022(8), 2. ISSN 2405-8440. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10717>.

DUPAL, Andrej. Manažment výroby. Bratislava: Sprint 2, 2019. Economics. ISBN 978-80-89710-50-8.

HARRISON, Alan et al. Logistics management and strategy: competing through the supply chain. Pearson, 2019. ISBN 978-1-292-1-8368-8.

CHEN, Tin-Chih Toly a Yi-Chi WANG. Artificial Intelligence and Lean Manufacturing. Springer International Publishing, 2022. ISBN 978-3-031-04582-0.

JACOBS, F. Robert. Manufacturing planning and control for supply chain management. New York: McGraw-Hill, ©2011. ISBN 978-0-07-175031-8.

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

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

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

Lean Manufacturing Techniques For Ready Made Garments Industry, 2017. Ženeva: International Labour Organization. ISBN 978-92-2-130769-3.

LOCHMANNOVÁ, Alena. Logistika: základy logistiky. Aktualizované 3. vydání. Prostějov: Computer Media, 2022. ISBN 978-80-7402-449-8.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. Logistika. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.

MARTINOVIČOVÁ, Dana, Miloš KONEČNÝ a Jan VAVŘINA. Úvod do podnikové ekonomiky. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5316-4.

MILLWARD-HOPKINS, Joel, Phil PURNELL a Sharon BAURLEY. A material flow analysis of the UK clothing economy. 2023(407), 3. ISSN 0959-6526. Dostupné také z <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137158>.

Regálové a skladové přepravky. In: Auer Packaging [online]. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: https://www.auer-packaging.com/images/products/800/Regálové-a-skladové-přepravky-AUER--rk_31509_01.jpg

SENDERSKÁ, Katarína, Albert MAREŠ a Štefan VÁCLAV. Spaghetti diagram application for workers' movement analysis. 2017(79), 141. ISSN 1454-2358. Dostupné také z: https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full5a2_608068.pdf

Shop Floor Management – Introduction [online] ©2023. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: https://www.tutorialspoint.com/shop_floor_management/shop_floor_management_introduction.htm

ŠVECOVÁ, Lenka a Jaromír VEBER. Produkční a provozní management. Praha: Grada Publishing, 2021. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-1385-9.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

VISCO, David. 5 S Made Easy: A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program. Spojené státy americké: Taylor & Francis, 2017. ISBN 978-1-4987-1982-7.

What Everyone Should Know About Manufacturing System [online], ©2023. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://safetyculture.com/topics/manufacturing-system/>

Interní materiály firmy

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

5S Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain

apod. a podobně

atd. a tak dále

č. číslo

DAeC Deutscher Aero-Club

EASA Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví

ERP Enterprise resource planning

IR Instrument Rating

JIT Just in time

MRP Manufacturing resource planning

MRP Material requirement planning

OPT Optimized production technology

PPL Private Pilot License

UL Ultralight

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Layout pracoviště (vlastní zpracování)	31
Obrázek 2 Materiálový tok (vlastní zpracování)	32
Obrázek 3 Odkládací regál (vlastní zpracování).....	35
Obrázek 4 Regál – dokončovací fáze (vlastní zpracování).....	35
Obrázek 5 Regál s polotovary (vlastní zpracování).....	35
Obrázek 6 Spaghetti diagram (vlastní zpracování).....	37
Obrázek 7 Graf porovnání časů vynaložených na chůzi (vlastní zpracování).....	46
Obrázek 8 Graf porovnání časů využitých na hledání v jednotlivých fázích výroby (vlastní zpracování).....	47
Obrázek 9 Nový layout (vlastní zpracování)	49
Obrázek 10 Spaghetti diagram – nové rozložení (vlastní zpracování)	50
Obrázek 11 Regálová přepravka (Auer Packaging)	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Časová náročnost výrobních fází (vlastní zpracování dle interní dokumentace)	33
Tabulka 2 5S audit (vlastní zpracování)	34
Tabulka 3 Snímek pracovního dne – výroba požární přepážky (vlastní zpracování).....	38
Tabulka 4 Snímek pracovního dne – výroba nosníku podvozku (vlastní zpracování).....	39
Tabulka 5 Snímek pracovního dne – kompletace (vlastní zpracování)	41
Tabulka 6 Snímek pracovního dne – dokončovací fáze (vlastní zpracování)	43
Tabulka 7 Shrnutí časů vynaložených na chůzi (vlastní zpracování)	46
Tabulka 8 Shrnutí časů vynaložených na hledání (vlastní zpracování).....	47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Analýza průchodnosti – část první

Příloha P II: Analýza průchodnosti – část druhá

