

Návrh layoutu nové výrobní haly ve vybrané společnosti

Bc. Tomáš Patsch

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. Tomáš Patsch
Osobní číslo:	M200284
Studijní program:	N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Návrh layoutu nové výrobní haly ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z oblasti návrhu layoutu nové výrobní haly.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav materiálových toků a současný layout ve stávající výrobní hale.
- Navrhněte prostorové uspořádání pro novou výrobní halu.
- Zhodnoťte vypracovaný návrh.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

- ALTMAN, Harry. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. 2017, 432 s. ISBN 978-1978348684.
- DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando. *Material flow and layout: an integrative analysis*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2016, 93 s. ISBN 978-80-7380-600-2.
- MORAN, Sean. *Process plant layout*. Second edition. Amsterdam: Elsevier, BH, 2017, 734 s. ISBN 978-0-12-803355-5.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017, 105 s. ISBN 978-80-7454-680-8.
- DUPAL, Andrej. *Manažment výroby*. Bratislava: Sprint 2, 2019, 365 s. ISBN 978-80-89710-50-8.

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
BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení:

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je navržení layoutu nové výrobní haly ve vybrané společnosti. Nové prostory by měly zvýšit objem výroby a konkurenceschopnost firmy. Podkladem pro zpracování projektu je teoretická část práce, která je zaměřená na metody průmyslového inženýrství, štlíhlu výrobu, tvorbu layoutů a rozmístění pracovišť. Dílčím cílem bylo analyzovat současný stav a na základě pozorování navrhnout zlepšení pro stávající výrobní halu.

Klíčová slova: layout, Sankeyův diagram, štlíhla výroba, Průmysl 4.0, měření práce, rozmístění pracovišť

ABSTRACT

The aim of the diploma is to design the layout of a new production hall in a selected company. The new facility should increase the production volume and competitiveness of the company. The basis for the project is the theoretical part of the thesis, which focuses on industrial engineering methods, lean manufacturing, layout design and workplace layout. The sub-objective was to analyze the current state of the manufacturing and to suggest improvements for the existing production hall based on the observations.

Keywords: layout, Sankey diagram, lean manufacturing, Industry 4.0, work measurement, workplace layout

Děkuji vedoucí mé diplomové práce Ing. Lucii Hrbáčkové, Ph.D. za dobré vedení, věcné připomínky, skvělou komunikaci a její lidský přístup k věci.

Dále bych rád poděkoval společnosti ACE-TECH s.r.o., za umožnění zpracování mé diplomové práce. Chtěl bych poděkovat panu řediteli Ing. Janu Vrbovi, vedoucímu výroby Romanu Krajíčkovi a všem operátorům, kteří mi vždy pomohli a ochotně vše vysvětlili.

Nakonec bych rád poděkoval mé rodině, blízkým přátelům a přítelkyni, kteří mě vždy podporovali a motivovali k dokončení studia.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
METODY A CÍLE PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.1 MODERNÍ TRENDY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	13
1.2 INDUSTRY 4.0.....	14
1.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA	15
1.4 LEAN MANAGEMENT	16
1.4.1 Amerika a Ford	17
1.4.2 Japonsko a Toyota.....	17
1.5 PLÝTVÁNÍ.....	18
1.5.1 Čekání	18
1.5.2 Nadvýroba	19
1.5.3 Chyby	19
1.5.4 Pohyb, hledání.....	19
1.5.5 Zbytečná komplexita	19
1.5.6 Zásoby	19
1.5.7 Nevyužitý potenciál	20
1.5.8 Transport, přesun.....	20
2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	21
2.1 MĚŘENÍ PRÁCE	21
2.1.1 Snímek pracovního dne.....	21
2.1.2 MOST.....	22
2.1.3 Snímkování strojů	23
2.1.4 Systém předem určených časů	23
2.2 VIZUALIZACE	24
2.3 OEE	26
2.3.1 Ztráty dostupnosti.....	27
2.3.2 Ztráty rychlosti	27
2.3.3 Ztráty kvality	28
2.4 KAIZEN	28
2.5 PDCA CYKLUS.....	29
2.5.1 Plan.....	29
2.5.2 Do.....	30
2.5.3 Check.....	30
2.5.4 Act.....	30
2.6 METODA 5S.....	30
2.6.1 Seiri – Třídít	31
2.6.2 Seiton – Systematické uspořádání, uspořádání v pořadí.....	31

2.6.3	Seiso – lesk, zametání, dezinfekce, drhnutí	32
2.6.4	Seiketsu – Standardizovat	33
2.6.5	Shitsuke – Udržitelnost, sebekázeň.....	33
3	PRINCIPY LAYOUTU	34
3.1	TVORBA LAYOUTU	34
3.2	METODY PRO TVORBU LAYOUTU.....	34
3.2.1	Souřadnicová metoda	34
3.2.2	Šachovnicová tabulka.....	35
3.2.3	Trojúhelníková metoda	35
3.2.4	Sankeyův diagram	35
3.2.5	Metoda CRAFT.....	36
3.2.6	Spaghetti diagram.....	36
4	ZÁKLADNÍ TYPY ROZMÍSTĚNÍ PRACOVÍŠŤ	38
4.1	VOLNÉ ROZMÍSTĚNÍ.....	38
4.2	BUŇKOVÉ ROZMÍSTĚNÍ	38
4.3	PŘEDMĚTNÉ ROZMÍSTĚNÍ	38
4.4	TECHNOLOGICKÉ ROZMÍSTĚNÍ.....	39
4.5	MODULOVÉ ROZMÍSTĚNÍ	39
II	PRAKTICKÁ ČÁST	41
5	CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI.....	42
5.1	HISTORIE SPOLEČNOSTI	42
5.2	IDENTIFIKACE SPOLEČNOSTI.....	42
5.3	PORTFOLIO PRODUKTŮ	43
5.4	STROJNÍ VYBAVENÍ	43
5.5	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	45
5.6	CERTIFIKACE.....	45
5.7	SILNÉ A SLABÉ STRÁNKY FIRMY Z POHLEDU PI.....	46
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	48
6.1	POUŽITÉ METODY A PROSTŘEDKY	48
6.2	ANALÝZA VÝROBNÍ HALY	48
6.3	ANALÝZA MATERIÁLOVÝCH TOKŮ	52
6.4	ANALÝZA ČINNOSTI PRACOVNÍKA	55
6.5	ANALÝZA ČINNOSTI STROJE	60
6.6	PŘÍMÉ NÁMĚRY VÝROBY	62
6.7	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	64
7	DEFINOVÁNÍ PROJEKTU	66
7.1	LOGICKÝ RÁMEC	66

8	NÁVRH LAYOUTU	67
8.1	GRAFICKÝ NÁVRH LAYOUTU	67
8.2	VARIANTY LAYOUTU DLE UMÍSTĚNÍ NÁŘADÍ.....	67
8.2.1	Nástrojové hnízdo	68
8.2.2	Nástrojové skříně v celé hale	69
8.3	VÝBĚR LAYOUTU	70
9	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU	72
9.1	SKLADOVÁNÍ.....	72
9.1.1	Podnikový systém HELIOS	73
9.1.2	Skladový systém LOKiA	73
9.2	TECHNICKÁ KONTROLA	73
9.3	PRACOVNÍŠTĚ OPERÁTORŮ, ÚKLID	74
9.4	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ.....	76
10	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	77
	ZÁVĚR	79
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	81
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ	87
	SEZNAM TABULEK.....	89
	SEZNAM PŘÍLOH.....	90

ÚVOD

V dnešním moderním a uspěchaném světě chce každý zákazník svůj produkt co nejdříve a ideálně přesně podle svých specifikací. Ve světě výroby je snaha o nahrazení lidské činnosti tou robotickou a také o co nejvyšší sériovost výroby tak, aby se splnil především požadavek na rychlé dodání výrobku. Avšak automatizovaná sériová výroba špatně reaguje na specifické požadavky zákazníků i jakékoliv změny ve výrobním programu. Proto jsou na trhu firmy, které se specializují na přesnost, kvalitu a potřeby zákazníka.

Veškerá modernizace výroby se dnes provádí pod taktovkou Industry 4.0 a průmyslového inženýrství. Jejich metody jsou používány zejména k minimalizaci plýtvání, racionalizaci materiálového toku a větší digitalizaci výrobního podniku. K plnému využití Industry 4.0 vede dlouhá cesta a bez průmyslového inženýrství se neobejde.

Diplomová práce je zaměřena na návrh layoutu nových výrobních prostor ve společnosti ACE-TECH s.r.o. Cílem této práce je navrhnout layout pro novou výrobní halu společnosti. Dílčími cíli je analyzování stávajícího výrobního procesu a návrh na jeho zlepšení.

V teoretické části se zabývá oblastí tvorby layoutů, eliminací plýtvání, základy průmyslového inženýrství a metodami, které se používají pro měření práce. Na teoretickou část navazuje část praktická, rozdělená na analytickou a projektovou část. V analytické části je popsán materiálový tok, pracovní proces a problémy s prostorem ve stávající výrobní hale. V závěru této části jsou shrnuty všechny nedostatky a navržena zlepšení. Projektová část se soustředí na návrh layoutu pro novou výrobní halu. Návrhy jsou zpracovány a zhodnoceny podle stanovených kritérií.

METODY A CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce je navržení layoutu pro novou výrobní halu společnosti ACE-TECH s.r.o. Mezi dílčí cíle je zařazena analýza současného stavu v původní výrobní hale a návrhy na jeho zlepšení.

Diplomová práce je rozdělena do tří základních částí. První část je teoretická, zaměřená na základy průmyslového inženýrství a používané metody. Dále pak na principy tvoření layoutů a jednotlivé typy rozmístění pracovišť. Tato část je vypracovávána formou literární rešerše za použití literárních, internetových i databázových zdrojů se zaměřením na průmyslové inženýrství a tvoření layoutů. Teoretická část je rozdělena na čtyři kapitoly. První dvě kapitoly se věnují průmyslovému inženýrství a jeho metodám. Je zde podrobněji popsáno průmyslové inženýrství, Industry 4.0 a přístup k lean filozofii. Ve zbývajících kapitolách se práce věnuje principům layoutu a základním způsobům rozmístění pracovišť.

Praktická část diplomové práce má dva hlavní bloky-analytickou a projektovou část. Analytická část se soustředí na materiálový tok ve stávající hale a analyzuje problémy s pracovním prostorem. Pomocí procesní analýzy a Sankeyova diagramu jsou sesbírání data vizualizována. Dále jsou analyzovány činnosti pracovníků a strojů, spolu s přímými náměry vyráběných kusů. V projektové části jsou vytvořené návrhy layoutů pro novou výrobní halu. Kritériem pro zpracování návrhů je umístění nástrojů a vytížení tras s rozpracovanou výrobou. Pro vizualizaci předpokládaného materiálového toku je využit Sankeyův diagram, a to pro každý návrh zvlášť. Poslední částí diplomové práce jsou návrhy na zlepšení současného stavu v původní výrobní hale a ekonomické zhodnocení návrhu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je mladý obor, který rychle reaguje a adaptuje se na jakoukoliv změnu. Jeho úkolem je odstraňování plýtvání, eliminace ztrát a hledání způsobů, jak zlepšit výrobu. Výsledkem je výroba, která je čistší, rychlejší, efektivnější a zpravidla také levnější. Průmyslové inženýrství můžeme definovat jako vědní obor, zaměřený na řízení, zavádění, zlepšování a plánování systémů produkujících výrobky. (Mašín, 2005)

Kombinací podnikového řízení a technických znalostí lze docílit efektivnější využití informací, financí a lidské práce. Základem je optimalizace a racionalizace všech výrobních i nevýrobních procesů (Dlabač a Pavelka, 2015)

Průmyslové inženýrství popsal Badiru (2013) jako praktickou aplikaci inženýrských oborů. Kombinuje metody, znalosti a pracovní procesy ve výrobních společnostech. Snahou průmyslového inženýrství je dosažení cíle s co nejmenší námahou a zároveň největší efektivitou. Proto se soustřeďuje na potřeby pracovníků a jejich rozvoj.

1.1 Moderní trendy průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství se neustále vyvíjí a jde kupředu. Je to způsobeno nutností rychle reagovat na nové průmyslové technologie a podnikatelské systémy. (Debnár, 2011) Moderní průmyslové inženýrství musí brát v potaz svoji konkurenci a správně na ni reagovat. Důležitá je jak orientace na rozvoj organizační struktury společnosti, tak na rozvoj zaměstnanců. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Podle Debnára (2011) lze rozdělit nové trendy v průmyslovém inženýrství do čtyř základních kategorií:

- **Předvýrobní etapa a vývoj produktu** – funkce průmyslového inženýra spočívá v zapojení do těchto etap. Jsou zde aplikovány jeho znalosti v oblasti projektování, tak aby zdokonalily hotový produkt. Průmyslový inženýr musí být schopným oponentem navrhovaného řešení, ale také musí zvládnout moderovat a řešit problémy, se kterými se vývoj nového produktu bude potýkat.
- **Administrativa, servis a služby** – Průmyslové inženýrství proniklo již do většiny organizací a oborů. Například i do zdravotnictví, bankovníctví a úředních činností. Zde se uplatňuje hlavně v podobě standardizace a měření práce, ale také ve snaze minimalizovat plýtvání.

- **Vznik nových pracovišť a požadavků** – Při tvorbě nových pracovišť je nutné dbát na standardy a požadavky. Současná pracoviště jsou například ovlivněna požadavky na ergonomii. To umožňuje podávat optimální pracovní výkon i starším zaměstnancům
- **Zvyšování kompetentnosti průmyslového inženýra** – Výrobní zařízení se stávají čím dál více komplexními a jejich pochopení tak vyžaduje stále větší odbornost. Průmyslový inženýr se musí neustále vzdělávat a rozvíjet svoji specializaci, aby byl schopný porozumět výrobním procesům a zařízením, s kterými pracuje.

Investice do výše zmíněných bodů znamená zdravý rozvoj společnosti. Je zde jasná orientace na rozvoj zaměstnanců a organizační struktury společnosti. Je ovšem nutné vyvážit rozvoj zaměstnanců a investice do nových strojů, aby nedošlo k rozvoji špatně řízené společnosti. Cílem je trvalý růst produktivity pomocí kontinuálního zlepšování procesů. (Mašín a Vytlačil, 2000) Průmyslové inženýrství flexibilně reaguje na změny a dokazuje, že je neustále co zlepšovat. Průmyslový inženýr již není výhradou výrobního podniku, ale uplatnění najde i ve vývoji, servisu či službách. (Debnár, 2011)

1.2 Industry 4.0

Ve vývoji průmyslu najdeme významné milníky označované jako průmyslové revoluce. První revolucí bylo využití parní a vodní energie. Následovala revoluce druhá, která zavedla do výroby montážní linky. Nyní se lidstvo nachází na rozhraní třetí průmyslové revoluce zahrnující počítače a automatizaci a čtvrté průmyslové revoluce Industry 4.0. Poprvé se o Industry 4.0 nebo česky o Průmyslu 4.0 začalo mluvit v roce 2011 na Hannover Fair, ucelenější koncepce přišla o dva roky později. (Dostál, 2017)

Průmysl 4.0 přináší především propojení klíčových technologií s automatizací a digitalizací se zaměřením na tok informací a reakční dobu. Díky tomu je firma schopná rychle a flexibilně reagovat na jakékoliv požadavky zákazníka a tím roste její konkurenceschopnost a tržní hodnota. (Chromjaková, Tuček, Bobák, 2017)

Základem je vznik tzv. „chytrých továren“ s využitím kyberneticko-fyzikálních systémů. Opakovaná a jednoduchá lidská činnost bude nahrazena tou robotickou, automatickou. Robotizace pozmění pracovní trh, zanikající pracovní pozice budou nahrazeny těmi s vyšší požadovanou kvalifikací. Dále Průmysl 4.0 zahrnuje cloudová úložiště, internet věcí

(Internet of Things), autodiagnostiku, chytré sklady, senzory, „smart“ objekty, datová centra, automatické hlášení problémů a mnoho dalších. (Chromjaková, Tuček, Bobák, 2017)

Snaha o co největší automatizaci výroby se projeví především na množství sbíraných dat. Všechny stroje a senzory umístěné ve výrobě budou odesílat informace do cloudových datových úložišť. Tato tzv. Big Data budou zpracována a poté bude vytvořena odpovídající reakce, která bude odeslána zpět do počítače řídícího výrobu. Ostatní data čistě informativního charakteru jsou přetvořena do grafů a výstupů. Ty pomáhají hodnotit výrobu a hledat např. úzká místa. (Dupal, 2019)

K dispozici je velké množství informací. Pro jejich zpracování se využívá umělá inteligence. Výpočetní výkon se zdvojnásobuje téměř každé dva roky, umělé inteligence se tak velmi rychle zdokonaluje a dokáže vytěžit význam z velkých dat. To otevírá nové možnosti, ale také nová nebezpečí v podobě odcizení citlivých informací a hackerských útoků. (Granrath, 2017)

Implementováním metod Industry 4.0 by mělo dojít ke zvýšení flexibility firem ale také k úsporám času i peněz. Vzhledem k potřebě kvalitního hardware a vyšší kvalifikaci zaměstnanců mohou být počáteční investice vysoké, avšak z dlouhodobého hlediska budou náklady nižší. Dalším přínosem bude také zvýšená kvalita, produktivita a odstranění monotónních a fyzicky náročných procesů. (Preclík, 2019)

1.3 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba neboli Lean je založena na dvou pilířích – respekt k lidem a neustálé zlepšování. Je to nikdy nekončící eliminace plýtvání, zaručení celkové spokojenosti zákazníků, závazek kvalitních produktů a komplexní zapojení zaměstnanců. Taiichi Ohno, průmyslový inženýr v Toyotě, poprvé vyvinul metodologii Lean v 50. letech, tehdy známou jako Toyota Production Systém (TPS). Jednou z hlavních inovací systému bylo, že pracovníci byli vnímáni jako řešitelé problémů, kteří jsou vyškoleni a zmocněni zlepšovat své procesy a eliminovat plýtvání. Od 50. let 20. století dosáhla metodika Lean velkého pokroku ve zlepšování výkonnosti podniků ve výrobním i transakčním prostředí. (Altman, 2017)

Podle Womacka a Jonese (2017) je Lean definován jako proces, který zahrnuje pět kroků. Prvním krokem je definování hodnoty pro zákazníka, poté definování hodnotového toku, jeho „proudění“, vytvoření přitažlivosti a posledním krokem je snaha o dokonalost. Podle

Wonga et al. (2009), štíhlou výrobu lze charakterizovat souhrnným souborem klíčových faktorů nebo klíčových oblastí. Tyto klíčové faktory jsou považovány za velmi důležité pro jeho realizaci. V 80. letech minulého století byla změna závodu na štíhlou výrobu z hromadné výroby považována za velmi obtížnou. Pracovníci přebírali odpovědnost za kvalitu produktu pouze pokud věděli, že vedení opravdu ocení jejich dovednosti.

Lean je mnohem víc než jen sada nástrojů pro řešení problémů. Byl založen na principech kvantifikace a eliminace plýtvání, což s sebou nese změnu způsobu podnikání.

Z pohledu Bhasina a Burchera (2006) je Lean vnímán spíše jako filozofie než jako strategie. Zapojení dodavatelů je nutností, pokud má organizace sklízet plody štíhlých praktik. Navíc by štíhlá výroba měla být považována za proces neustálého zlepšování pro dosažení co nejlepších výsledků.

1.4 Lean management

Lean management je přístup k řízení organizace, který podporuje koncept neustálého zlepšování, dlouhodobého dosahování malých, postupných změn v procesech s cílem zlepšit efektivitu a kvalitu. Primárním účelem štíhlého managementu je produkovat hodnotu pro zákazníka prostřednictvím optimalizace zdrojů a zohledňovat skutečné požadavky zákazníků. Usiluje o eliminaci jakéhokoliv plýtvání časem, úsilím nebo penězi tím, že identifikuje každý krok v obchodním procesu a poté reviduje nebo odstraňuje kroky, které nevytvářejí hodnotu. (Durakovic et al., 2018)

Z hlediska Leanu je hodnota vždy definována zákazníkem a existují tři způsoby, jak hodnotu kategorizovat:

- Činnosti bez přidané hodnoty, známé jako plýtvání.
- Činnosti s přidanou hodnotou, které jsou zásadní.
- Obchodní činnosti bez přidané hodnoty, což jsou věci, které musí být dokončeny, ale nepřidávají hodnotu pro zákazníka, například splnění regulačních požadavků.

Aby bylo jednodušší určit, zda proces představuje přidanou hodnotu, odborníci na štíhlou výrobu vymysleli tři jednoduché otázky. Pokud je odpověď na všechny tři kladná, pak proces nebo kroky procesu představují přidanou hodnotu. (Altman, 2017)

- Je zákazník ochoten zaplatit za zboží nebo službu?
- Transformuje tento krok zboží nebo službu?

- Provádí se akce poprvé, nebo se provádí mnohokrát?

1.4.1 Amerika a Ford

Henry Ford, zakladatel Ford Motor Company, udělal velký krok ve vývoji Leanu. Fordovou vizí bylo postavit auto pro lidi. Elektrifikace parního stroje a nové výrobní a řídicí techniky mu umožnily posunout výrobu 20. století na zcela novou úroveň a vyrobit slavný „T model“ za pouhých 93 minut. Počínaje rokem 1910 Ford spolu s viceprezidentem Charliem Sorensenem, vytvořili první strategii inteligentní výroby. Vzali všechny prvky z výrobního systému (lidí, stroje, nástroje a produkty) a uspořádali je do souvislého systému pro výrobu T Modelu. To lze považovat za první systematický přístup k procesnímu toku. Úspěchy Fordu měly velký dopad na konkurenty, což vedlo k mnoha neúspěšným pokusům o napodobení jinými společnostmi. Neúspěch byl způsoben neschopností pochopit základní principy a aplikovat Fordovy metody. (Pranav, 2020)

1.4.2 Japonsko a Toyota

Zatímco Fordův systém hromadné výroby prosperoval během období ekonomického růstu v Americe, Toyota Production System (TPS) navrhoval jiný systém standardů pro dosažení maximální ekonomické efektivity s minimálními zdroji. Klíčem TPS bylo eliminovat jakýkoli druh plýtvání. To znamenalo jakoukoli činnost, která nepřidávala hodnotu produktu. Přiblížení k základním principům TPS bylo dosaženo neustálým zlepšováním standardů. Významné rozdíly mezi Fordem a Toyotou byly prostředky, kterými standardy změnil. Ford používal své průmyslové inženýry k definování pracovních standardů, zatímco Toyota přenášela tuto odpovědnost na dělníky v Gembě (výrobní oblast). (Constanze, 2005) Taiichi Ohno, Shigeo Shingo a Eiji Toyoda vyvinuli Toyota Production System v letech 1948-1975. Analýza společnosti od jejího počátku umožní lepší pochopení vzniku tohoto systému. V prvních desetiletích 20. století byl automobilový průmysl v Japonsku velmi málo rozvinutý, takže výroba byla relativně nízká. To se změnilo v roce 1925, současně se vstupem na japonský trh automobilové Ford Company a také General Motors v roce 1927. Americké automobilové společnosti v krátké době (do roku 1934) pokryly japonskou automobilovou poptávku z 92 %, zatímco Toyota vlastnila pouze 3 %.

Rozhodujícím momentem ve vývoji konceptu LEAN bylo rozhodnutí společnosti Toyota zlepšit produktivitu zevnitř. Toto rozhodnutí přišlo kvůli finanční situaci po druhé světové válce a znamenalo zrušení modernizace výrobního zařízení. Pro dosažení vnitřního zlepšení spojila Toyota prvky standardizace s konkrétní společností. Tyto prvky zahrnovaly tok

výroby, multitasking a zavedení výrobního systému. Výsledky byly lepší, než se očekávalo. Výroba vzrostla natolik, že bylo dosaženo nadprodukce. Ta je vnímána, jako plýtvání a může uvést společnost až do možného bankrotu. Společnost tento problém vyřešila dodáním automobilů americké armádě během korejské války. Dalším krokem k pokroku, který Toyota udělala, byl příchod dvou velkých osobností z oblasti managementu kvality do Japonska a to Edwardse W. Deminga a Josepha M. Jurana. Deming se v Japonsku proslavil díky instruktážím vrcholového managementu zavedením statistické kontroly kvality a definováním slavného PDCA cyklu neboli „Demingova kruhu“: plánujte, dělejte, kontrolujte a konejte. Z pohledu Japonců Deming položil pevný základ pro japonskou kvalitu. (Deming "The Man", 2011)

Koncem 50. let Toyota představila skladový systém nazvaný Kanban, v překladu „karta“, který měl snižovat plýtvání ve skladech. Byl zde využit systém karet, které kontrolují tok materiálu. Objednávky materiálu jsou v Kanbanu řízeny reálnou spotřebou ve výrobě a definovanou hladinou zásob ve skladech. (Constanze, 2005) Další osobností, která přispěla k rozvoji společnosti Toyota a LEAN Managementu, byl japonský inženýr Shigeo Shingo. Ten vytvořil metodu SMED. Single Minute Exchange of Die sleduje zkrácení doby přetypování/přestavby zařízení. Časem přestavby se rozumí čas od ukončení výroby posledního kusu až po výrobu prvního dobrého kusu další zakázky. Jsou zde započítány časy potřebné k odstranění starých nástrojů a nastavení nových, ale také zkušební běh stroje. Metoda byla úspěšná, neboť doba přetypování se zkrátila z hodin na pouhých pár minut. S touto metodou souvisí koncept 6 Sigma vyvinutý společností Motorola v roce 1985, který se do povědomí světa dostal v roce 1995, kdy jej představila společnost General Electric prostřednictvím Jacka Welche. Metoda 6 Sigma zlepšuje kvalitu procesů tím, že identifikuje a odstraňuje závady. (Plenert, 2017)

1.5 Plýtvání

Klíčovým principem štíhlé výroby je snížení plýtvání. Podle Wahab, Mukhtar a Sulaiman (2013) máme osm základních druhů plýtvání, které lze eliminovat pomocí technik Leanu.

1.5.1 Čekání

Cílem je reagovat na zákaznický požadavek bez zbytečných prodlev a eliminovat jakékoliv nečinnosti. Příklady tohoto plýtvání zahrnují nečinné operátory čekající na zařízení, úzká místa výroby, čekání výroby na operátory a neplánované odstávky zařízení. Čekání může

být způsobeno nekonzistentními pracovními metodami, nedostatkem vybavení nebo materiálů, dlouhými časy nastavení, nízkou efektivitou člověka nebo stroje, špatnou údržbou zařízení a podobně. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013)

1.5.2 Nadvýroba

Nadvýroba znamená vyrábět příliš mnoho nebo příliš brzy. Tato forma plýtvání se nejčastěji vyskytuje v tlakovém systému – kdy firma tlačí výrobky do oběhu. Automatizace na nesprávných místech, nedostatečná komunikace, nízká doba provozuschopnosti a špatné plánování mohou způsobit plýtvání nadvýrobou. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013)

1.5.3 Chyby

Chybou je jakákoli oprava nebo změna produktu po jeho vyrobení. Důvodem těchto chyb mohou být přílišné odchylky ve výrobních procesech, vysoké úrovně zásob, neadekvátní nástroje nebo vybavení, nekompatibilní procesy, nedostatečné školení nebo poškození při přepravě v důsledku špatného uspořádání. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013)

1.5.4 Pohyb, hledání

Pohybové plýtvání je definován jako jakýkoli pohyb lidí, který nepřináší produktu přidanou hodnotu. Jedná se o přemísťování zařízení, o nadbytečné shromažďování nástrojů, ohýbání se nebo o neopodstatněné komplikované postupy. Plýtvání pohybem je často způsobeno neefektivním uspořádáním závodu, nedostatkem vizuálních kontrol, špatnou procesní dokumentací nebo špatnou organizací pracoviště. Nesmíme zapomínat také na plýtvání hledáním, zejména pak hledání informací. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013)

1.5.5 Zbytečná komplexita

Nadměrné zpracování informací představuje provádění operací, které zákazník nepožaduje, dále nepotřebné meetingy s nadměrnou účastí zaměstnanců, či zadávání identických dat na více místech. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013)

1.5.6 Zásoby

Je to jakýkoli druh zásob a materiálů, které jsou udržovány v množství nad minimem potřebným k práci. Zásoby vážou finanční zdroje a negativně přispívají k problémům s kvalitou. Cílem štíhlého podniku je minimalizovat zásoby a rozpracovanou výrobu. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013)

1.5.7 Nevyužitý potenciál

Představuje selhání ve využití času a talentu lidí. Zaměstnanci jsou nedostatečně zapojeni do procesu, nevyužívá se plně jejich talent a schopnost kritického myšlení. Nedostatky jsou v získávání zpětných vazeb na procesy a ve sdílení informací a znalostí. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013)

1.5.8 Transport, přesun

Za plýtvání lze také považovat přepravu produktu, například mezi sklady, ale také fyzický i elektronický přesun dokumentů, nadbytečné schvalování, e-maily a další. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013)

2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

V oblasti průmyslového inženýrství se na celém světě používá obrovské množství metod a nástrojů. Tyto techniky dnes využívají jak výrobní giganti, tak i organizace poskytující služby a neziskové organizace. Protože je člověk součástí výrobního procesu a jeho výkon často přímo ovlivňuje efektivitu výroby, je nutné jej brát v potaz jako jeden z výrobních faktorů. K analýze práce a posouzení lidské efektivita ve výrobním prostředí se používá nespočet metod průmyslového inženýrství. (Arif Uz-Zaman a Hasan Shumon, 2010)

2.1 Měření práce

Podle Lhotského (2005) je nezbytné se zaměřit na organizaci práce a spotřebu času. Analyzování a zdokonalování těchto činností je cestou ke zvýšení konkurenceschopnosti a výkonnosti organizace.

Dlabač (2015) uvádí, že analýza a měření práce je základní znalostí průmyslového inženýra. V prvním kroku je potřeba nastudovat pracovní metody dané výrobní pozice, kde se odhalí neproduktivní činnosti a plýtvání. Poté lze přistoupit k samotnému měření práce, které umožní stanovit objektivní normu spotřeby času. Autor dělí měření práce na:

- Přímé měření – Například snímek pracovního dne, kde je zaznamenávána každá aktivita zaměstnance během jeho pracovního dne, včetně časů operací.
- Nepřímé měření – Tato měření se řídí systémem předem určených časů. Příkladem může být metoda MOST (Maynard Operation Sequence Technique).

2.1.1 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne je metoda přímého měření, při níž sledujeme konkrétní pracovníky. Průběžným pozorováním zjišťujeme časovou náročnost činností vykonávaných během pracovní směny. Vyhodnocením snímku pracovního dne můžeme získat procentuální rozdělení času, který pracovníci spotřebují na různé činnosti. (Dlabač, 2015)

Tato metoda pomáhá najít a odstranit nedostatky ve výrobním procesu. Základem je pozorování veškerých pracovních činností pracovníka během směny. Tyto činnosti jsou pak rozlišeny na unikátní a opakující se. (Tomek a Vávrová, 2014)

Postup snímkování pracovního dne lze podle Princíka (2013) rozdělit na:

- Přípravná fáze – Je nutné si dopředu nachystat veškeré potřebné vybavení a pomůcky, protože samotné měření a zaznamenávání může být velmi rychlé. Je vhodné si alespoň rámcově udělat představu, co bude měřeno a zaznamenáváno a připravit například excelovské tabulky.
- Měření – Bez jakýchkoliv zásahů do pracovního procesu jsou zapisovány aktuální časy a činnosti pracovníku.
- Vyhodnocení – Před samotným vyhodnocením je potřeba uspořádat činnosti do kategorií. Poté jsou vyhodnoceny minutové podíly a reálná spotřeba času.

Tomek a Vávrová (2014) dále tvrdí, že lze data zpracovat na základě momentového pozorování. Toto pozorování je náhodné a není časově omezené. Výhodou je, že může probíhat více měření současně.

Snímkování pracovního dne lze také rozdělit do skupin. Například podle Tučka a Bobáka (2006) na vlastní nebo hromadný snímek, snímek jednotlivce, čtyř nebo výrobního procesu.

2.1.2 MOST

Maynard Operation Sequence Technique je metoda měření práce využívající systém předem určených časů. Přesné měření práce je základním a nezbytným prvkem každé organizace. Osvědčeným nástrojem pro měření práce je technika MOST neboli systém normativních pohybů. Je to přesná metoda k měření práce a zvyšování produktivity. MOST poskytuje přesné analýzy, které upozorňují na příležitosti ke snížení komplikovaných nebo nadměrných pohybů a tím i času, lidského úsilí a nákladů. Technika se zaměřuje na pohyby objektů. Je nutná znalost přesného popisu práce, základních pohybů, ale také je nezbytné mít data o délce vykonávaných tras a hmotnostech objektů, s kterými se manipuluje. (Křišťák, 2017)

Maynard a Zandin (2001) ve své knize píšou, že metodu MOST lze využít pro analýzu plynulé a produktivní práce pouze pokud jsou primární pohyby uspořádány. Obecně je metoda MOST rozdělena na tři hlavní kategorie: obecné přemístění, použití nástroje a řízené přemístění.

Hlavním přínosem metody MOST je podle Košturiaka a Frolíka (2006) objektivní stanovení potřebného času na vykonání operace. Podle stanovených časových norem je upraven pracovní postup z hlediska produktivity práce a využitelnosti pohybů.

Každému analyzovanému pohybu je při vyhodnocení stanoven čas, který je potřebný k jeho vykonání. Výhodou je, že není potřeba analyzovat individuální pohyby. Metoda MOST základní pohyby seskupuje do definovaných sekvenčních modelů. (Mašín, 2003)

MOST můžeme podle doby trvání vykonávané operace rozdělit do tří základních skupin:

- Mini-MOST – Používá se pro operace, které se vyskytují více jak 1500x za týden. Čas operace je do 10 sekund a cyklový čas je menší než 1,6 minuty. Vzdálenosti pro přemístění a sáhnutí nepřekračují 25 cm.
- Basic-MOST – Používá se pro operace, které se vyskytují více jak 150x za týden, ale méně než 1500x týdně. Čas operace je od 30 sekund do 10 minut, avšak lze analyzovat i činnosti delší než 10 minut.
- Maxi-MOST – Používá se pro operace, které se vyskytují méně než 150x za týden. Čas operace může být od 2 minut až po několik hodin. (Mašín, 2003)

Časová jednotka pro měření práce je 1 TMU (Time Measurement Units), která odpovídá 0,00001 h (tj. 0,0006 min nebo 0,036 s). (Mašín, 2003)

2.1.3 Snímkování strojů

Podle Lhotského (2005) se snímek stroje (operace) dělí na plynulou, výběrovou, obkročnou chronometráž, na snímek průběhu práce a filmový snímek. Autor uvádí, že se jedná o měření spotřeby času u opakujících se pracovních činnostech.

Dlabač (20015) říká, že hlavním cílem je stanovení časů operací a následné stanovení normy výkonu. Podle něj jsou operace členěny na jednotlivé úseky, které jsou zaznamenávány do předem určeného formuláře.

2.1.4 Systém předem určených časů

Podle Dlabače (2015) jsou touto metodou analyzovány jednotlivé činnosti a pohyby. Těm je poté přiřazen index spotřeby času. Mezi výhody řadí Dlabač (2015) například využití při změně uspořádání pracoviště a při plánování budoucích operací.

Maynard a Zandin (2001) tvrdí, že je možné odhalit neefektivní činnosti díky přesné analýze pracovního procesu. Mezi nevýhody této metody pak zařadili zejména skutečnost, že její využití je podmíněno většími zkušenostmi. Metoda se také příliš soustředí na lidskou činnost a nebere v potaz strojní časy.

2.2 Vizualizace

Vizualizace využívá grafických nástrojů, obrázků a barev ke správnému, jednoduchému a rychlému pochopení procesu. Požadavky organizace jsou přetvářeny do grafického znázornění, které může obsahovat klíčová data a bezpečnostní prvky. K vizualizaci jsou hojně využívány barevné linie, obrázky, signalizace, nástěnky a nejrůznější cedule. Člověk dokáže přijmout až 83 % informací zrakem, sluchem je to pouze 11 % informací. (Bauer, 2012)

Vizuální management je ve výrobě nenahraditelný, avšak bude-li jeho realizace špatná, stane se spíše rušivým elementem a nebude plnit svoji základní funkci. Podstatou je snadné pochopení procesů pohledem. Roser (2017) říká, že cílem je získat co nejvíce informací, během co nejkratšího času. Krásným příkladem je výstražné značení, kdy během okamžiku každý pochopí, na co značka upozorňuje.



Obrázek 1: Výstražné značky (Roser, 2017)

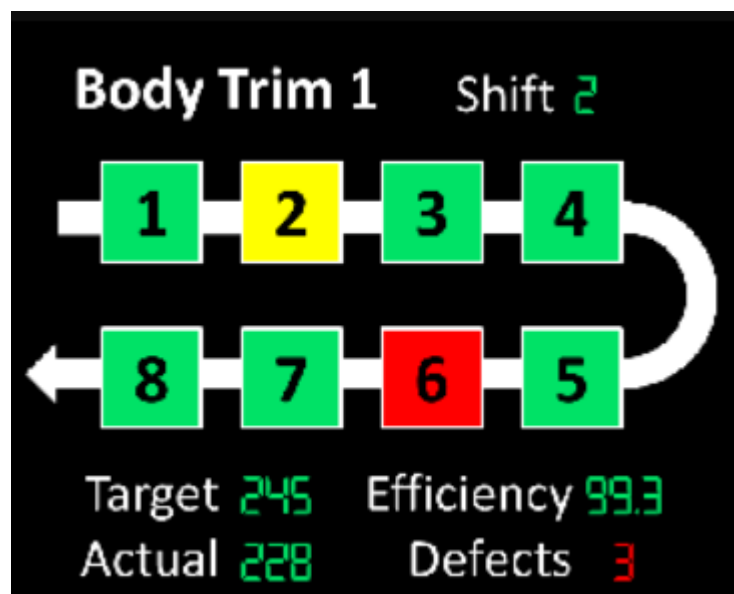
Podle Chromjakové a Rajnohy (2011) má vizualizace tři základní pilíře:

- Standardizace a organizace pracoviště – pracoviště musí být čisté, přehledné a organizované. Pro takové pracoviště je vytvořen standart, díky kterému se eliminují základní formy plýtvání.
- Výměna informací mezi pracovníky – předávání informací mezi pracovníky s pomocí vizualizace v podobě nástěnek a dalších vizualizačních pomůcek
- Prevence vzniku vad a poruch – cílem je výroba bez zbytečných poruch a vad s minimálním množstvím nekvalitních výrobků.

Roser (2017) charakterizuje čtyři přístupy k vizuálnímu managementu:

Vizuální správa pomocí datových displejů

Vizuální řízení lze provádět zobrazením dat na displeji v dílně. Jedním z běžných příkladů jsou digitální informační displeje, často nazývané Andony. Na těchto informačních displejích je obvykle vidět tempo výroby, vady kvality a stav strojů.



Obrázek 2: Andon pro vizuální řízení (Roser, 2017)

Je také možné umístit údaje na papír. Často se jedná o tištěné údaje, ale kvůli lepšímu zapojení pracovníků mohou být data i psaná rukou. V ideálním případě jsou tato data zobrazena graficky pomocí grafů, tabulek, schémat a barev. Smyslem je mít data přímo na dílně. To je užitečné, jestliže neexistuje jednodušší způsob vizualizace.

Vizuální správa pomocí značení

Dalším přístupem je označení a popsání míst ve výrobě. Pomocí různých barev můžeme označit místo uložení předmětů a nástrojů. Mnoho takových značení je ve skutečnosti regulováno vládou. Příkladem vizuálního managementu jsou například všechna označení související s požáry a mimořádnými událostmi (viz Obrázek 1).

Vizuální správa pomocí nástrojů a dílů

Nejlepším typem vizuální správy je, když jsou informace vidět přímo v systému. U vytvořených grafů nebo u zobrazení dat, existuje možnost, že jsou neaktuální nebo chybné. Zatímco pokud jsou zásoby na dílně vidět v reálném čase, jsou informace aktuální a je méně pravděpodobné, že jsou nesprávné. Příkladem mohou být zásuvky s nástroji, kde má každý nástroj své vlastní umístění. Ihned je vidět umístění a chybějící nástroje. Podobnou metodou je stínová tabule, kde je zakreslen stín každého nástroje. Tato stínová tabule byla použita ve věznici Alcatraz v San Francisku. Na konci směny mohli dozorcí okamžitě zjistit, zda byly všechny nože vráceny nebo zda se vězeň pohybuje s potenciální zbraní. Podobné stínové tabule na nože naleznou uplatnění například i v potravinářském průmyslu.

Vizuální správa pomocí layoutu

Dokonce i celkový tok materiálu lze vizualizovat prostřednictvím uspořádání strojů. Protože stroje jsou uspořádány v toku výrobků, je mnohem snazší pochopit, kde je tok materiálu největší. Podobně je možné strukturovat i zásoby. Ve skladu může být pro každý výrobek vyhrazen jeden pruh nebo police. Okamžitě víte, kolik máte kterého materiálu. Dokonce si lze červeně označit, když se dostanete do kritické situace nedostatku zásob.

Celkově by měla vizualizace podpořit sdílení informací bez zbytečných prostojů a zpoždění. Informace o stavu projektů, úspěchy, problémy a správně nasměrované informace, to vše jsou nezbytné prvky pro zdravý a fungující výrobní proces. (Tuček a Bobák, 2006)

2.3 OEE

OEE, zkratka pro Overall Equipment Effectiveness (nebo také Overall Equipment Efficiency), je měřítkem využití stroje. OEE je poměr počtu dílů vyrobených na stroji k jeho teoretické kapacitě. Předpokládá se například dokonale fungující stroj, který by mohl vyrobit 100 dílů za den bez jakýchkoli zastávek, poruch nebo jiných zpoždění. Pokud na konci dne stroj vyrobil pouze 67 dobrých dílů, pak je OEE 67 ze 100 neboli 67 %. To znamená, že 33 dílů, které mohly být vyrobeny, nebylo vyrobeno z důvodu různých ztrát. Jedním

z přínosů OEE je detailní informace o důvodech, proč stroj vyrobil méně dílů, než bylo teoreticky možné. Proto se často zkoumají i tyto ztráty. (Roser, 2017)

2.3.1 Ztráty dostupnosti

První ztrátou na kapacitě stroje je ztráta na dostupnosti (tj. doba, kdy stroj mohl běžet, ale neběžel). Roser (2017) rozdělil ztráty dostupnosti na:

- Plánovaná údržba
- Poruchy a neplánované opravy
- Přestavby
- Nedostatek materiálu
- Nedostatek dopravy pro hotové zboží
- Nepřítomnost operátora (např. přestávky, čas na toaletě atd.).

Ztrátou dostupnosti jsou teoreticky i plánované odstávky nebo neplánované směny. Stroj by mohl pracovat čtyřicet hodin sedm dní v týdnu. Má-li však provoz například jen dvě směny po dobu pěti dnů v týdnu, neplánované směny se obvykle za ztráty nepovažují. Jestliže poptávka zákazníků během těchto dvou směn vysoce převyšuje kapacitu stroje, pak je zcela oprávněné zahrnout do ztrát i neplánované směny. V každém případě, pokud se tyto plánované odstávky nezapočítávají, je třeba na ně stále pamatovat jako na potenciální kapacitu. (Patočka, 2013)

2.3.2 Ztráty rychlosti

Další velkou kategorií jsou ztráty rychlosti. Stroj sice běžel, ale z nějakého důvodu vyráběl díly pomaleji, než se očekávalo. (Patočka, 2013) Příčiny ztrát rychlosti jsou podle Rosera (2017):

- Nedostatečná údržba
- opotřebení stroje
- nesprávná obsluha stroje
- Špatné nastavení stroje, nastavené nižší otáčky, než je možné
- Drobný volnoběh

2.3.3 Ztráty kvality

Roser (2017) říká, že dochází ke ztrátám kvality, i když stroj pracuje, jeho rychlost je perfektní, ale vyrobené zboží neodpovídá specifikaci. Stručně řečeno, stroj produkuje odpad. Existují tři možné důvody vzniku odpadu:

- Vyřazené výrobky (výrobek nelze vůbec zachránit).
- Přepracované výrobky (výrobek se musí přepracovat, aby byl použitelný). I když teoreticky kapacita stroje nebyla na tomto dílu zcela promarněna, ve skutečnosti přeprocování obvykle vyžaduje více úsilí než správné provedení na prvním místě. Proto se přeprocování obvykle počítá jako plná ztráta.
- Ztráty při náběhu výroby (během náběhu výroby se díly vyrábějí, ale mohou být vyřazeny z důvodu obav o kvalitu nebo v rámci standardizovaného postupu náběhu).

2.4 Kaizen

Kaizen je filozofií neustálého zlepšování. Jedná se o jednu ze základních součástí štíhlé výroby. Kaizen obecně znamená zlepšování, a zejména ve štíhlosti znamená neustálé zlepšování. Prakticky všechny společnosti jej praktikují, často i bez použití slova kaizen. Pro udržení konkurenční výhody a atraktivnosti na trhu je potřeba se neustále zlepšovat. (Hamel, 2010)

Kaizen znamená v japonštině "zlepšování" nebo "zdokonalování". Samotné slovo neříká nic o tom, že by se mělo jednat o kontinuální nebo opakující se proces. V běžné japonštině by se mohlo jednat pouze o jednorázové zlepšení. V japonské podnikatelské etice se však opakující se proces v podstatě vždy předpokládá. (Maurer, 2012)

Podle Maurera (2012) je zlepšení možné rozlišit na různé typy. Jsou to řešení problémů a odstraňování závad a pak skutečná zlepšení. Hranice mezi nimi je ve skutečnosti plynulá, ale pomáhá mít na paměti, že kaizen je něco víc než jen hašení požárů, i když mnoho dílenských provozů se zabývá řešením problémů až když se objeví.

I velmi dobře nastavený výrobní systém časem degraduje. Stroje a nástroje stárnou a jejich výkonnost se může zhoršit, pokud se neprovádí údržba. Systém se také mění v důsledku vnějších faktorů. Vytvírají se nové produkty a to, co mohlo dobře fungovat u starých produktů, nemusí dobře fungovat u nových. Zákazník chce více (nebo méně) výrobků než dříve. Získání nového dodavatele, třeba proto, že ten starý skončil. To vše jsou katalyzátory

pro změnu výrobního systému, aby si společnost udržela svoje místo na trhu. Řešení problémů a odstraňování závad je podle Hamela (2010) jen jednou částí různých snah o zlepšení. Další částí je prevence problémů prostřednictvím preventivní údržby a podobných činností.

Kromě oprav a prevence problémů je nutné neustále přemýšlet nad dalším zlepšením. I když systém funguje a nevyskytují se žádné závažné problémy, vždy je možné, aby běžel ještě lépe. Většina společností se zabývá takzvaným hašením požárů. To znamená, že firmy řeší problémy až když vzniknou a nesnaží se jim aktivně předcházet. Pouze dobře organizované společnosti se zavedeným lean managementem věnují mnoho úsilí skutečnému zlepšování. Některé skutečně štíhlé společnosti, jako například Toyota, investují obrovské finanční prostředky a velké množství úsilí pouze na to, aby zjistily, kde by se ještě mohly zlepšit. (Bhuiyan a Baghel, 2005)

2.5 PDCA cyklus

PDCA (plan-do-check-act) je iterativní metoda navrhování a řízení používaná v podnikání pro kontrolu a neustálé zlepšování procesů a výrobků, známá také jako Demingův cyklus, Shewhartův cyklus nebo kontrolní cyklus. PDCA je jedním z klíčových prvků štíhlé výroby nebo jakéhokoli procesu zlepšování. (Rother, 2017)

2.5.1 Plan

Prvním krokem PDCA je plán. V závislosti na projektu to může být největší část úsilí PDCA. Ve skutečnosti si lze tuto část PDCA cyklu představit jako řadu dílčích kroků nebo bodů, které je potřeba řešit. V závislosti na postupu je možné některé z nich dokonce provádět iterativně, dokud není dosaženo vhodného řešení. (Deming, 1986)

Tague (2005) definuje dílčí postup takto:

- Určení rozsahu problému.
- Definování cíle – Čeho chceme dosáhnout? Jaké jsou naše cíle?
- Analyzování situace – Pochopení současné situace. Rozhovory s lidmi. Navštívení výrobní haly a pozorování.
- Vypracování řešení
- Zvolení nejlepšího řešení podle toho, který je nejslibnější a bude mít největší přínos.

2.5.2 Do

V tomto kroku začíná skutečná implementace změn, například přestavba výrobní haly nebo zavedení nového produktu. Se vší pravděpodobností se během této fáze vyskytnou problémy, které nebyly v plánu. To je nedílnou součástí metody a doporučuje se řešit je postupně tak, jak přicházejí. (Deming, 1986)

Tuto etapu není důležité pouze provést, ale hlavně ji udržet. Pokud je například změněn způsob práce pracovníků, je zpravidla nejobtížnější přimět je dodržovat nový způsob provedení déle než dva týdny. Pokud i po dvou týdnech pracovníci dodržují nově zavedené postupy, je vše v pořádku a lze se přesunout dál. Pokud ovšem ne, pomohou standardy a školení pracovníků. (Tague, 2005)

2.5.3 Check

Je velmi důležité kontrolovat provedené změny, tak aby nedošlo k Hawthornskému efektu. Tento efekt byl poprvé pozorován v dílně Hawthorne Works společnosti Western Electric v roce 1930 a pojmenován byl v roce 1950. V mnoha případech jakákoliv změna na dílně zlepší systém bez ohledu na to, co je změněno. Lze říci, že pozornost managementu během procesu změn v dílně povede k vyšší produktivitě a lepší kvalitě bez ohledu na to, co se skutečně realizuje. Jakmile se však pozornost vedení přesune jinam, vše se vrátí do původního stavu. To je velmi častý problém. Klíčové ukazatele produktivity (KPI) se zlepší, pozornost se přesune k jinému projektu a KPI se pak vrátí do původního stavu. Aby projekt zlepšování fungoval, je nutné, aby výsledky byly dlouhodobé a stabilní. To je podstatou této části PSCA cyklu. (Rother, 2017)

2.5.4 Act

Posledním krokem cyklu je rozhodnutí, co dál. To závisí na výsledku kontroly. Pokud se při realizaci nepodařilo dosáhnout stanovených cílů, je potřeba zjistit příčinu. To vede k opakování PDCA cyklu od prvního kroku. Cílem je vymyslet nové nebo lepší řešení, aby bylo dosaženo stanovených cílů. (Deming, 1986)

2.6 Metoda 5S

5S je jednou ze základních metod štihlé výroby, která se používá k vytváření a udržování čistého a organizovaného pracovního prostředí. Výhodou 5S je, že na čistším pracovišti se lépe pracuje, a je tedy produktivnější. Správné a v pořádku uložené nástroje snižují množství

zmetků, nedodělků i nehod. Snadný přístup k nástrojům na standardním místě urychluje jejich používání, a tím se zvyšuje celková produktivita. Výsledkem může být také potřeba méně místa a snížení počtu potřebných nástrojů. Lze zkrátit dobu, po kterou se nový pracovník seznamuje s pracovištěm. Kromě toho si pracovníci při čištění strojů nebo pracovišť mohou všimnout a opravit některé drobné problémy, které by jinak mohli přehlédnout. (Burieta, 2013)

Různí autoři uvádějí různá názvosloví jednotlivých kroků metody 5S. Košturiak a Frolík (2006) například uvádí setřídít, systematizovat, zpřehlednit, společně čistit, standardizovat a stále zlepšovat.

2.6.1 Seiri – Třídít

V prvním kroku se vytřídí a odstraní všechny nepotřebné věci. Jako například nářadí, díly, návody a všechny další nepotřebné předměty. Je potřeba projít pracovní prostor a u každé položky rozhodnout, zda je pro práci nezbytná. Pokud není nutná, jedná se o rušivý prvek, který překáží a který je třeba odstranit. (Bejčková, 2016)

Někdy se k označení všech nepotřebných položek používá červená visačka. Ve druhém kroku se všechny označené předměty odstraní a shromáždí pro další použití, renovaci, recyklaci nebo vyhození. Další možností vyřízení nepotřebného je označit všechny položky a pracovníci odstraní značku vždy, když nějakou položku použijí. Všechny položky, které mají po určité době ještě visačky, jsou odstraněny nebo vyřazeny. (Roser, 2017)

2.6.2 Seiton – Systematické uspořádání, uspořádání v pořadí

Každý nástroj a všechny díly by měly mít definované místo. Pokud je místa málo, častěji používané nářadí by mělo být blíže místu použití, méně často používané nářadí by mělo být dále. V ideálním případě, kdykoliv člověk nástroj potřebuje, měl by být pokaždé na přesně stejném místě. Toto uspořádání je často podpořeno také značením nebo designem úložného prostoru. (Burieta, 2013)



Obrázek 3: Systematické uložení nožů pomocí stínové metody. (Roser, 2017)

Podobným přístupem je také stínová deska, kde má každý nástroj svůj stín nebo obrys. Proto je umístění každého nástroje snadno označeno a chybějící nástroje jsou také rychle identifikovány. Obrázek 3 ukazuje zásuvku s noži ve věznici Alcatraz. (Roser, 2017)

Další možností je označení podlah na místech, kam se ukládají předměty nebo materiál. Některá z nich jsou dokonce upravena zákony. Například umístění hasicích přístrojů a prostředků první pomoci musí mít určité označení a štítky ve standardizovaných barvách. Podobně jako u jiných pomůcek to pomáhá rychle je najít v případě potřeby. Podobné štítky a označení lze provést i pro další díly a nářadí. Lze použít i textového popisu pro ještě přesnější označení. (Roser, 2017)

2.6.3 Seiso – lesk, zametání, dezinfekce, drhnutí

Dalším krokem je úklid pracovního místa a všech předmětů na něm. To zahrnuje výměnu nebo opravu poškozených předmětů. Kromě toho může úklid zahrnovat také údržbu strojů.

Tento krok lze považovat za nejjednodušší na provedení, avšak za nejtěžší, co se udržení týče. (Bejčková, 2016)

2.6.4 Seiketsu – Standardizovat

Seiketsu se sice v angličtině často překládá jako „standardize“, ale to je chyba v překladu. Proto je použití tohoto S v Japonsku poněkud odlišné, znamená zde udržování čistoty. Cílem je dodržovat předchozí kroky a udržovat čistotu a pořádek na pracovišti. (Roser, 2017)

Podle Bejčkové (2016) je potřeba vytvořit standard pracoviště. Podle tohoto standardu bude každý zaměstnanec vědět, jak má své pracovní místo udržovat čisté a přehledné. Díky čemuž zabrání vzniku zmetků a nekvalitních produktů.

2.6.5 Shitsuke – Udržitelnost, sebekázeň

Zde je potřeba disciplína, aby se vše udrželo v čistotě a pořádku. Pracoviště má tendenci stát se nepořádným, pokud se o něj nepečuje. Proto je k udržení čistoty zapotřebí neustálého úsilí a dodržování předchozích kroků. (Roser, 2017)

Burieta (2013) tvrdí, že je poslední krok především závazkem k zachování pořádku a k praktikování předchozích kroků na pracovišti. Díky důrazné sebedisciplině je potom možné eliminovat špatné návyky a zachovat ty dobré.

3 PRINCIPY LAYOUTU

Layout je návrh prostorového uspořádání pracovišť s cílem minimalizovat náklady vzniklé transportem a skladováním. Layout může být vztažen na rozmístění jednotlivých výrobních úseků po celé hale, ale také na jedno jediné pracoviště a jeho uspořádání. Je tedy možné udělat například layout pracoviště operátora CNC, anebo layout rozmístění CNC strojů ve výrobní hale.

Podle Sixty a Žižky (2009) nemůže podnik poskytovat zákazníkovi výrobky za požadovanou cenu a čas, pokud nebude mít efektivní řízení materiálového toku. Ten lze chápat jako organizovaný pohyb vstupního materiálu, rozpracované výroby, odpadu a hotového produktu napříč celým výrobním procesem. Ačkoli se konečného zákazníka tento materiálový tok přímo netýká, tak jeho kvalita přímo ovlivňuje konkurenceschopnost firmy a kvalitu zákaznického servisu. Martinovičová, Konečný a Vavřina (2014) uvádí, že lze tok materiálu zlepšit pomocí plynulosti, vhodného umístění materiálu, eliminace nadbytečné manipulace, použití nejkratší cesty, automatizace manipulačního procesu a vyvážením kapacit výrobních a manipulačních zařízení.

3.1 Tvorba layoutu

Pro tvorbu layoutu můžeme využít analytických metod nebo softwaru, který bude simulovat materiálový tok. Simulace dokáže napodobit řešený systém, včetně změn zakázek, přísunu materiálu a jiných výrobních situací. Především se uplatní při aplikaci změny, kdy vycházíme ze stávajícího výrobního stavu a chceme zjistit parametry nového stavu. Například tedy změny vytížení kapacit strojů nebo změny objednávek. Simulační programy většinou zobrazují data v podobě šipek s rozdílným směrem a intenzitou, podle množství materiálu a směru jeho proudění.

3.2 Metody pro tvorbu layoutu

3.2.1 Souřadnicová metoda

Souřadnicová metoda se používá k nalezení neoptimalnějšího umístění centrálního objektu (sklad, výroba, logistické centrum, aj.) vzhledem ke všem dodavatelským a odběratelským subjektům. Subjekty se umístí do souřadnicové sítě a poté je vypočítáno umístění centrálního

objektu. K výpočtu se použije vážený průměr souřadnic všech výchozích subjektů. (Jurová, 2016)

Pracoviště		A	B	C	D	E	F	G
		1	2	3	4	5	6	7
A	1		-	-	-	-	-	22
B	2	-		-	33	-	-	-
C	3	-	-		-	-	-	-
D	4	-	-	-		-	94	-
E	5	100	-	-	-		-	-
F	6	-	20	-	-	-		-
G	7	-	-	50	-	48	-	

Obrázek 4: Tabulka souřadnicové metody (vlastní zpracování)

3.2.2 Šachovnicová tabulka

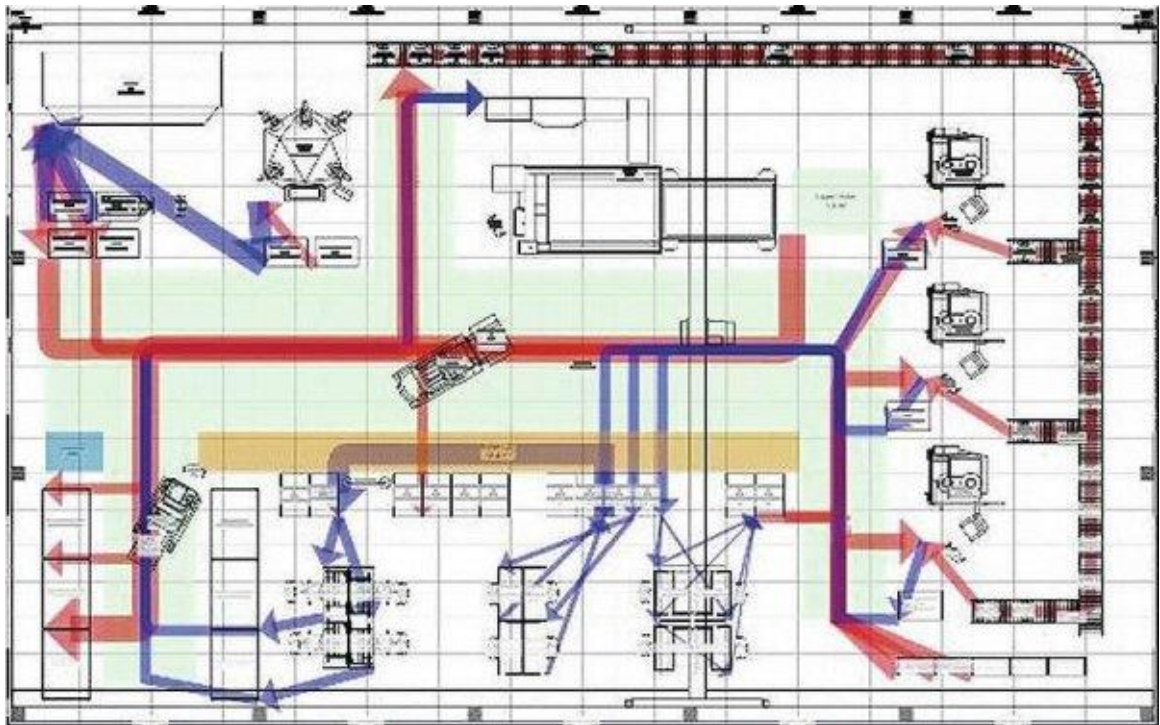
Metoda šachovnicové tabulky analyzuje materiálový tok za dané časové období. Může být také použita ke stanovení vhodnějšího prostorového uspořádání pracovišť z hlediska spolupráce mezi jednotlivými pracovišti. (Jurová, 2016)

3.2.3 Trojúhelníková metoda

Trojúhelníková metoda je velmi podobná metodě šachovnicové tabulky, pro jejíž sestavení se využívá. Podmínkou pro její použití je existence rozhodujícího vztahu (například množství přepravovaného materiálu mezi pracovišti), který bude nadřazený všem ostatním. (Jurová, 2016)

3.2.4 Sankeyův diagram

Sankeyův diagram je grafické znázornění směru a intenzity toku materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Toky jsou nejčastěji znázorněny šipkami s odpovídající tloušťkou. Barevně lze také odlišit různé druhy přepravovaného materiálu. Tento diagram je vhodný použít ve skladech, v automatizované výrobě i ve výrobních podnicích. Slouží pro optimalizaci využití výrobních strojů, snížení mezikladových zásob, snížení mezioperačních časů a pro přehledné znázornění stavu před a po. (Jurová, 2016)



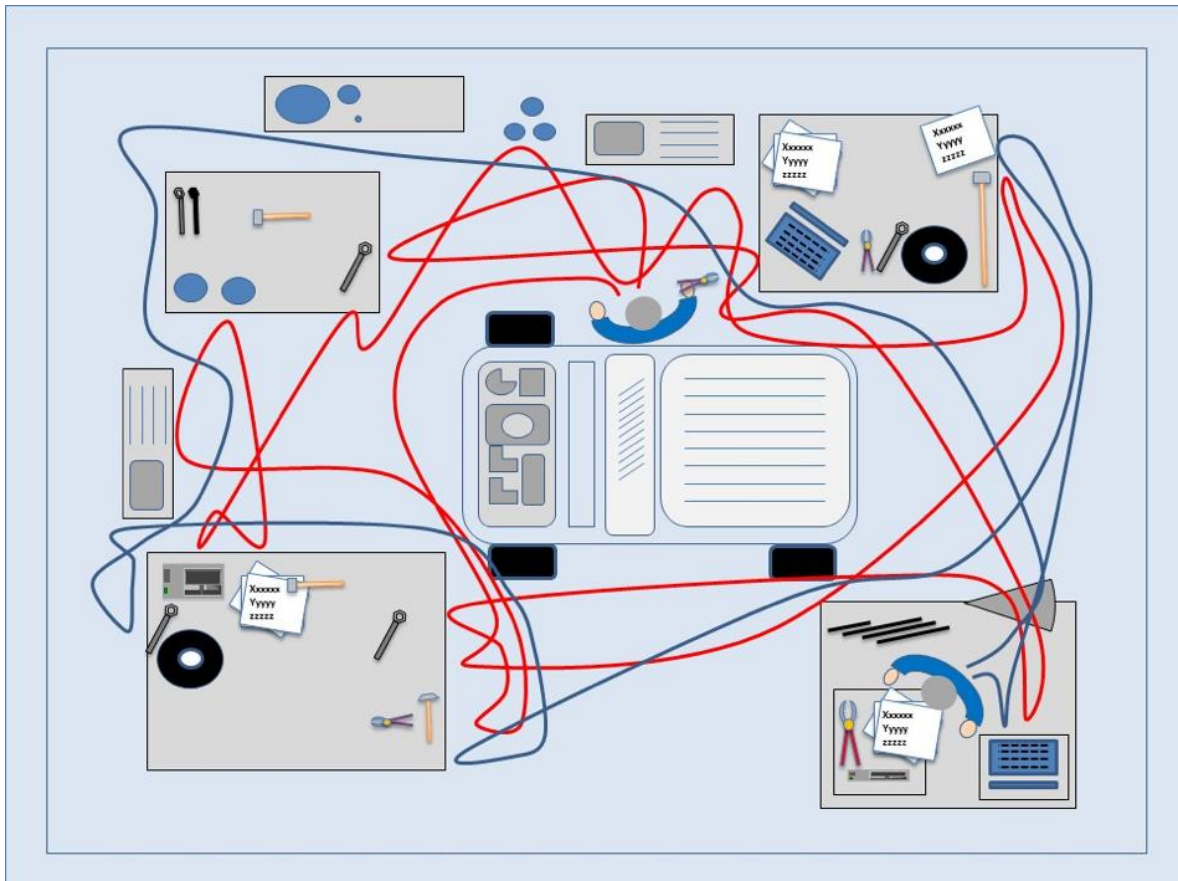
Obrázek 5: Sankeyův diagram (Šimon, Kleinová a Kostelný,2013)

3.2.5 Metoda CRAFT

CRAFT neboli Computerized Relative Allocation of Facilities Technique je metoda zaměřená na rozmístění jednotlivých výrobních pracovišť. Cílem je minimalizovat náklady spojené s přepravou a manipulací materiálu mezi těmito pracovišti. Podmínkou je, aby celkový efekt dosažený přemístěním přesahoval náklady na přestěhování pracovišť. Do metody mohou být také začleněny požadavky na neměnná nebo sousedící pracoviště. Pro metodu CRAFT je zapotřebí vstupních údajů v podobě layoutu (rozmístění pracovišť), toků materiálu mezi pracovišti, nákladů na manipulaci jednotky materiálu o jednotkovou vzdálenost a ideálně také Sankeyův diagram pro znázornění materiálových toků přímo v layoutu. (Jurová, 2016)

3.2.6 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je metoda, která sleduje vnitřní materiálové toky pomocí značení pohybů zaměstnance. Jeho použitím lze vytvořit nové layouty nebo přepravní cesty, ale také sledovat pohyb dokumentů nebo pracovníků. Cílem je vytvořit souvislý a účinný tok materiálu podnikem. (Jurová, 2016)



Obrázek 6: Spaghetti diagram (Spaghetti Diagram, 2019)

Základem diagramu je přesné zakreslení strojů, pomůcek a materiálů v dané výrobní oblasti nebo hale. Jednotlivé čáry potom ukazují veškeré cesty zaměstnance touto oblastí. Čáry jsou číslované a je zaznamenáván také počet kroků. Pro větší přehlednost je vhodné jednotlivé trasy barevně odlišit. K vytvoření diagramu lze využít moderních technologií. Například automatického zadávání tras a jejich délky pomocí GPS v telefonech. (Chalice, 2010)

4 ZÁKLADNÍ TYPY ROZMÍSTĚNÍ PRACOVIŠŤ

Rozmístění výrobních pracovišť ovlivní materiálový tok produktu. Při navrhování nového layoutu nebo výrobního systému se musí definovat požadované priority a podle toho použít správné rozmístění. (Delgado Sobrino, 2016)

4.1 Volné rozmístění

Volné rozmístění je dnes naprosto nedostačující. Stroje jsou umístěny náhodně, případně pouze podle požadavků na hygienu nebo bezpečnost. Toto rozmístění lze najít ve starších firmách, kde nebylo možné správně určit návaznost výrobních operací a materiálový tok. (Hlavenka, 2005)

4.2 Buňkové rozmístění

V tomto uspořádání jsou podle Štůska (2007) jednotlivá pracoviště sdružená tak, aby určitá část výrobního procesu mohla probíhat na jednom místě, v konkrétní buňce. Díky tomu odpadá nutnost přesouvat výrobky mezi operacemi a snižují se tak nároky na transport a mezioperační skladování.

Podle Hlavenky (2005) je buňkové uspořádání velmi podobné tomu předmětnému. Seskupení do buněk se odvíjí od vlastností vyráběných produktů a strojů, které jsou schopné vyrábět tyto produkty. Buňkové uspořádání je velmi pružné, protože pokud například nějaký výrobek určitou operaci nevyžaduje, tak je jednoduše přeskočena a výrobek pokračuje na další operaci.

Mezi výhody tohoto uspořádání náleží vysoká produktivita práce, eliminace zmetkovitosti díky přesnému dodržování pracovního postupu, snížení mezioperačních manipulací a pružné přizpůsobení menším změnám. Nevýhodami pak mohou být požadavky na vysokou kvalifikaci zaměstnanců, vysoké nároky na technickou přípravu výroby, drahé technologie a potřeba přesného plánování materiálového toku. (Hlavenka, 2005)

4.3 Předmětné rozmístění

Předmětné rozmístění je orientované na tok produktu. Pracoviště jsou uspořádána podle technologického postupu a logicky na sebe navazují. (Preclík, 2019)

Podle Tomka a Vávrové (2014) je toto rozmístění určeno pro proudovou výrobu a je sestaveno podle konkrétních technologických postupů daného výrobku. Vhodné je pro

výrobu jednoho základního produktu a jeho variant v sériové výrobě, případně při opakování menších sérií.

Výhodami jsou minimalizace přepravních cest a manipulace, snížení rozpracované výroby, a tedy i snížení nákladů na skladování. Dosahuje také nízkých výrobních nákladů a vysoké konkurenceschopnosti. Nevýhodami jsou vysoké nároky na údržbu strojů z důvodu vysoké citlivosti na poruchy, dále náročné plánování, příprava výroby a synchronizace pracovišť. Přestavby a změny výrobních programů jsou velmi obtížné (Tomek a Vávrová, 2014)

4.4 Technologické rozmístění

Technologické uspořádání je soustředěné na spojování výrobních operací podle jejich podobnosti. Následně jsou podle toho rozmísťovány i stroje do jednotlivých organizačních celků – dílen. V praxi to znamená, že se veškeré soustružení odehrává v jedné místnosti nebo části firmy. (Hlavenka, 2005)

Podle Tomka a Vávrové (2014) je toto technologické uspořádání označováno jako dílenská výroba s těmito předpoklady:

- Zpracovávané zakázky nemají shodné cyklové časy.
- Pracoviště se skládají ze strojů se shodnou či podobnou funkcí.
- Funkce strojů je dána technologickým postupem.

Technologické uspořádání je vhodné především pro zakázkovou nebo malosériovou výrobu. Dobře se uplatní například ve strojírenské či elektronické výrobě. Výhodami technologického uspořádání je například snadná změna výrobního programu bez narušení výroby, flexibilita, vysoké využití strojů, rychlá reakce na poruchy a snadnější údržba strojů. Nevýhodou může být především komplikovaný materiálový tok, požadavky na vyšší kvalifikaci operátorů, potřeba meziskladů pro rozpracovanou výrobu a s tím spojené požadavky na větší prostor. (Hlavenka, 2005)

4.5 Modulové rozmístění

Moduly jsou tvořeny seskupením několika strojů, které plní více technologických funkcí. Z těchto modulů se poté skládá celý provoz. Výhodami modulového rozmístění je vysoká produktivita práce, zkrácení operačních časů a průběžné doby výroby. Avšak toto rozmístění

je finančně velmi náročné vzhledem k cenám strojů a také je zde vysoká náročnost na technickou přípravu výroby. (Hlavenka, 2005)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Firma ACE-TECH s.r.o. je malá firma, která má v současné době přibližně 30 zaměstnanců. Diplomová práce je zaměřená na návrh nové výrobní haly, která bude umístěna v bezprostřední blízkosti stávajících výrobních prostor v areálu Rybníky V ve Zlíně.

Vedení společnosti se rozhodlo pro nové výrobní prostory především z kapacitních důvodů. Stávající hala již není velikostně dostatečná a každá výměna stroje je spojená s přestavbou stávajícího vybavení. Z těchto důvodů dosáhla stará hala svých kapacitních možností a již není možné zakoupit nové (většinou větší) stroje a umístit je tak, aby byla dodržena bezpečnostní opatření, jako šířka uliček, kde se pohybují VZV vozíky, nouzové východy a další.

Firma by chtěla více expandovat, proto bude nová hala přibližně třikrát větší.

5.1 Historie společnosti

Společnost ACE-TECH s.r.o. byla založena v roce 2006 se základním kapitálem 200 000Kč. Společnost má dva jednatele, a to:

- Pavel Kostka s podílem 25%
- Ing. Jan Vrba s podílem 75%

Uplatnění výrobků společnosti je velmi rozmanité, lze se s nimi setkat ve strojírenství, výrobě, distribuci elektřiny, přepravě (vlaky, nákladní automobily, letadla, trolejbusy) ale také při těžbě nerostných surovin (těžba ropy a zemního plynu) a dalších odvětvích.

5.2 Identifikace společnosti

The logo for ACE TECH consists of the words "ACE" and "TECH" in a bold, blue, sans-serif font. The letters are spaced out, with "ACE" on the left and "TECH" on the right.

Obrázek 7: Logo společnosti (interní zdroj společnosti)

Název společnosti:	ACE-TECH s.r.o.
Sídlo společnosti:	Rybníky V 5681, 760 01, Zlín
Právní forma:	společnost s ručením omezeným
IČ:	274 19 185
DIČ:	CZ 274 19 185
Hlavní předmět podnikatelské činnosti:	obráběčství výroba, obchod a služby

Vzhledem k tomu, že firma je menší velikosti, je veškerá administrativa, technologické oddělení, oddělení kvality a zázemí zaměstnanců situované v jedné budově uvnitř areálu firmy. V tomto areálu se také nachází dva dočasné sklady.

Nová výrobní hala, která bude stát ve stávajícím areálu firmy nahradí dva dočasné sklady. Skladovaný materiál bude přesunut do interních skladů nové haly.

5.3 Portfolio produktů

Prioritou společnosti ACE-TECH s.r.o. je přesnost, kvalita a spokojenost zákazníka. Výroba se soustředí spíše na zakázkovou kusovou výrobu, která se pohybuje v rozmezí od jednotek kusů až po 300 kusů. Některé zakázky se pravidelně opakují.

Společnost ACE-TECH s.r.o. nabízí CNC soustružení dílů a v návaznosti na to také provádí přesné CNC obrábění soustružených dílů z nerezové a zušlechtné oceli s vysokou kvalitou, přesností a technologickou náročností. Firma může na přání zákazníka nabídnout kompletní obrábění rotačních dílů v kombinaci vrtání, soustružení, frézování a závitování. (ACE TECH, 2006)

5.4 Strojní vybavení

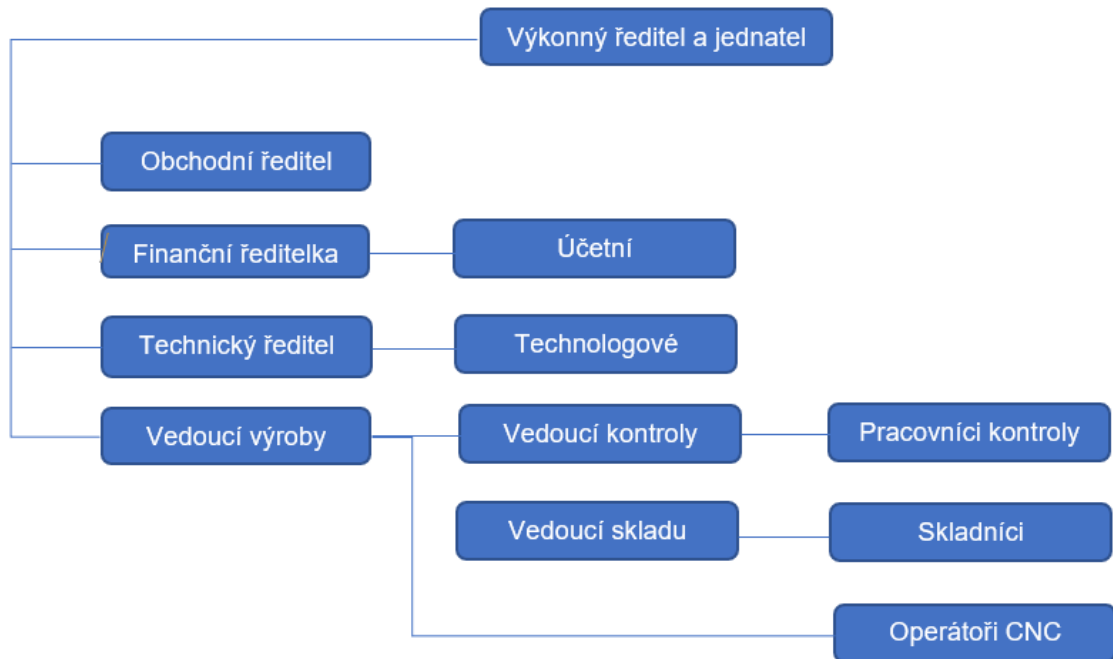
Firma ACE-TECH s.r.o. disponuje především stroji vysoké kvality japonských značek DMG Mori Seiki a Mazak, dále je potom doplňují stroje americké firmy Haas a španělské CMZ. Firma v současné době vlastní 2 frézky a 7 obráběcích center, tedy dohromady 9 strojů. Bohužel firma naplnila kapacitu stávající haly a již není prostor pro nové stroje.

Strojní vybavení firmy ACE-TECH s.r.o.:

- **Mazak Integrex i-500/2500**
- **Mazak Integrex i-400/1500**
- **Mazak Integrex i-400 S/1500**
- **CMZ TD-45 Y/2200**
- **Mori Seiki NL 3000 Y/700**
- **Mori Seiki NL 3000 MC/700**
- **Mori Seiki NLX 2500 MC/700**
- **Haas VF-5 XT/50 5AX**
- **Haas VF-3 YT/50 4AX**

Některé vyráběné dílce, byly už natolik složité, že jejich výrobu bylo potřeba zjednodušit, aby si firma udržela efektivitu, a tím i konkurenceschopnost. To umožňují stroje značky Mazak, kde je výroba těchto dílů jednodušší než při použití standardních technologií. Obrovskou výhodou těchto strojů je možnost vyrobit dílec na jednom multifunkčním, soustružnicko-frézovacím stroji, místo toho, aby se operace rozdělila mezi několik strojů na jednotlivé operace soustružení a frézování. I když se trh dnes vyvíjí směrem k čím dál složitějším dílcům, firma stále potřebuje i jednodušší stroje na běžné obrábění. (ACE TECH, 2006)

5.5 Organizační struktura společnosti



Obrázek 8: Organizační struktura společnosti ACE-TECH s.r.o. (vlastní zpracování)

Organizační struktura je jednoduchá a plochá. Rozhodování o zásadních finančních a výrobních otázkách je centralizované na vedení společnosti, operativní rozhodnutí jsou decentralizovaná na úroveň vedoucího výroby a jednotlivých operátorů.

5.6 Certifikace

Firma ACE-TECH s.r.o. disponuje certifikátem ČSN EN ISO 9001:2016 systému managementu kvality v oborech CNC obrábění a výroba velmi přesných, technologicky obtížných dílu pro transportní, těžební, letecký, plastikářský, potravinářský, automobilový průmysl a pro všeobecné strojírenství.

5.7 Silné a slabé stránky firmy z pohledu PI

Tabulka 1: Slabé a silné stránky podniku z pohledu PI (vlastní zpracování)

Slabé stránky	Silné stránky
Chybí řízené aktivity zlepšování procesů	Kvalita a přesnost vyrobených dílců
Absence průmyslového inženýra	Zájem a návštěvy majitele firmy ve výrobě
Dlouhé časy přetypování	Zájem o metody PI
Malá digitalizace (Výrobní zakázky, kontrolní listy atd.)	Stálost zaměstnanců
Malé využití vnitropodnikového informačního systému	Vysoká kvalifikace pracovníků

Ve firmě panuje přátelská, až téměř rodinná atmosféra. Většina zaměstnanců bydlí v bezprostředním okolí Zlína nebo přímo v něm. Všichni si vzájemně pomáhají a předávají znalosti. Znalost výrobních postupů je na velmi vysoké úrovni, a proto dokážou zaměstnanci velmi rychle a pružně reagovat na jakékoliv poruchy a problémy. Zaměstnanci pracující ve skladu plní částečně i úlohu správců a údržbářů, takže drobnější opravy se realizují svépomocí, což šetří drahocenný časový fond obráběcích strojů.

Aby firma zůstala konkurenceschopná, je potřeba pravidelně školit zaměstnance a tím zvyšovat jejich odbornost. Z toho důvodu dělá vedoucí výroby pravidelné porady ohledně kvality obrobků, plánování zakázek a zpětné vazby od zákazníků. Není nic výjimečného, když ředitel firmy přijde do výroby, je nápomocen či proškolí operátora CNC. Sám ředitel má s CNC stroji bohaté zkušenosti, o které se rád podělí.

Se zvyšováním kvalifikace zaměstnanců, udržením spokojenosti zákazníků a pevného místa na trhu je samozřejmě neodmyslitelně spojena inovace strojního vybavení. Například poslední přírůstek CMZ TD-45 Y/2200 zakoupený v roce 2019 nahradil dva menší obráběcí stroje. Výhodou nového stroje je možnost obrábět větší dílce a také větší variabilita. Avšak pokud by firma měla dostatek prostoru ve výrobní hale, původní dva menší stroje by neprodala. Částečně tedy i z důvodu inovace se firma rozhodla pro novou a větší výrobní halu.

Prioritou pro firmu ACE-TECH s.r.o. je kvalita jejich výrobků a spokojenost zákazníků. Proto je velmi důležité, aby byly stroje čisté, seřizené a plně funkční. Také je zavedená víceúrovňová kontrola obráběných součástí. Operátor měří výrobky ručně pomocí posuvných měřitek, mikrometrů, dutinměřů a dalších pomocných nástrojů. Pokud to charakter obráběného dílce vyžaduje, zanesse operátor daný kus na technickou kontrolu, kde bude změřen pomocí 3D měřících přístrojů. Díky tomu se sníží frekvence zmetkovitosti. Jakékoliv úpravy, případně změna postupu může být konzultována jak s vedoucím výroby, tak s pracovníky technické kontroly. V případě úpravy obráběcího programu i s programátory z technické přípravy výroby.

Ovládání CNC obráběcích strojů většinou nedovoluje operátorům sedět. Jestliže například měří obrobek mají k dispozici i pracovní stůl a židli. Na tomto pracovním místě mají většinu měřících i jiných nástrojů k dispozici v dosahové vzdálenosti. Tím je zajištěna i dobrá ergonomie pracovního místa. Hluk je zde také v normě, ale pokud by zaměstnancům vadil, mají možnost si ze zásobníku vzít špunty do uší. Celá výrobní hala je bez zápachu a je dobře osvětlená.

V hale jsou také vyvěšené tabule, na kterých lze najít standardy pro pracoviště, formuláře pro vyřízení dovolené, ale také například pomocníčka pro výběr správné VBD. Pokud zaměstnancům na pracovišti cokoliv chybí, mohou si podat žádost, která je následně vyhodnocena a případně realizována.

Firma má podnikový informační systém, ale nevyužívá jeho potenciál naplno. Chybí například propojení skladů a strojů. Nelze tedy sledovat vytíženost strojů ani zásoby materiálu ve skladech. Pokud by firma dokázala zpracovat veškerá data, které stroje shromažďují, umožnilo by to vedení nejen lépe plánovat zakázky, ale i sledovat využití strojů.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola je zaměřená na zjištění současného stavu výrobní haly ve firmě ACE-TECH s.r.o. Cílem analýzy současného stavu bylo zjistit současný stav a možné nedostatky a plýtvání.

Výroba je převážně zakázková, případně malosériová. Vyrábí se zde velké množství produktů, dle specifických požadavků zákazníka.

6.1 Použité metody a prostředky

1. Fotodokumentace – zejména dokumentace stávajícího rozmístění strojů a palet s rozpracovanou výrobou.
2. Pozorování – Metodou přímého pozorování a snímkování pracovního dne získáme lepší přehled o celkovém fungování firmy.
3. Firemní dokumentace – Interní dokumenty firmy, jako například výrobní příkazy, skladovací dokumenty a plány budov.
4. Technické pomůcky – Pomůcky k získání a zpracování dat.
5. Grafické znázornění – Díky grafickému znázornění můžeme najít úzká místa a předejít problémům s tokem materiálu
6. Teoretické poznatky – Vědomosti ohledně odborných metod, které budou aplikovány

6.2 Analýza výrobní haly

K analýze bylo využito zejména přímé pozorování, dále potom rozhovory s pracovníky a firemní dokumentace.

Firma pracuje s různými druhy oceli, jako je legovaná, zušlechtěná, niklová, nerezová, duplex a super duplex. Využívá také kovových slitin na bázi niklu a chromu – Inconel. Ocel si firma nechává dovážet. V případě potřeby může být ocel upravena pomocí pily ve skladu. Momentálně jsou dodací termíny oceli nestabilní vzhledem k vývoji ve světě.

Výrobní hala je prostorově nedostatečná, špatně řešená a jakékoliv navýšení výrobních kapacit, případně změna layoutu, nepřipadá v úvahu. Firma dlouhodobě bojuje s nedostatkem prostoru a s každým novým strojem, který pomáhá firmě udržet její konkurenceschopnost, se výrobní prostory nadále zmenšují. Nové stroje jsou zpravidla větší

než jejich předchůdci, a tak je jejich osazení do výroby vykoupeno snížením manipulačního prostoru.



Obrázek 9: Rozpracovaná výroba vedle stroje téměř blokující přístup k nástrojovému stolu

Na Obrázku 9 lze pozorovat, že rozpracovaná výroba často leží v prostorách výrobní haly. Tuto výrobu nelze uskladnit, protože ve skladech není dostatek místa. Palety velmi omezují a částečně blokují přístup k nástrojovému stolu. Obrobky také přesahují přes paletu, což může potenciálně zvyšovat riziko pracovního úrazu.

Firma ACE-TECH s.r.o. má dva externí sklady v rámci areálu a jeden vnitřní, přímo napojený na výrobní halu. Vzhledem k povaze obráběného materiálu je možné jej krátkodobě skladovat i venku na paletách. Pokud je materiál skladovaný venku, nejméně

24 hodin před obráběním je převezen do vnitřního skladu z důvodu očištění a srovnání teploty.

Firma se dlouhodobě potýká s nedostatkem skladovacích míst a je proto nezbytné, aby využila veškeré dostupné prostory co nejefektivněji. Vnitřní sklad firmy je převážně využíván pro hotovou výrobu, protože jsou zde zajištěny stálé teplotní podmínky a je zde menší riziko poškození dokončené výroby vnějšími vlivy. Zároveň jsou hotové výrobky ve vnitřním skladu baleny a připravovány k expedici. Vzhledem k různorodosti obráběných dílů je málokdy možné skladovat palety na sobě. Skladovatelnost větších dílů, často dokonce přesahujících přes okraj palety, je mnohem náročnější na prostor, a především bezpečnost prostoru.



Obrázek 10: Zablokované regály z důvodu nedostatku místa v interním skladu (vlastní zpracování)

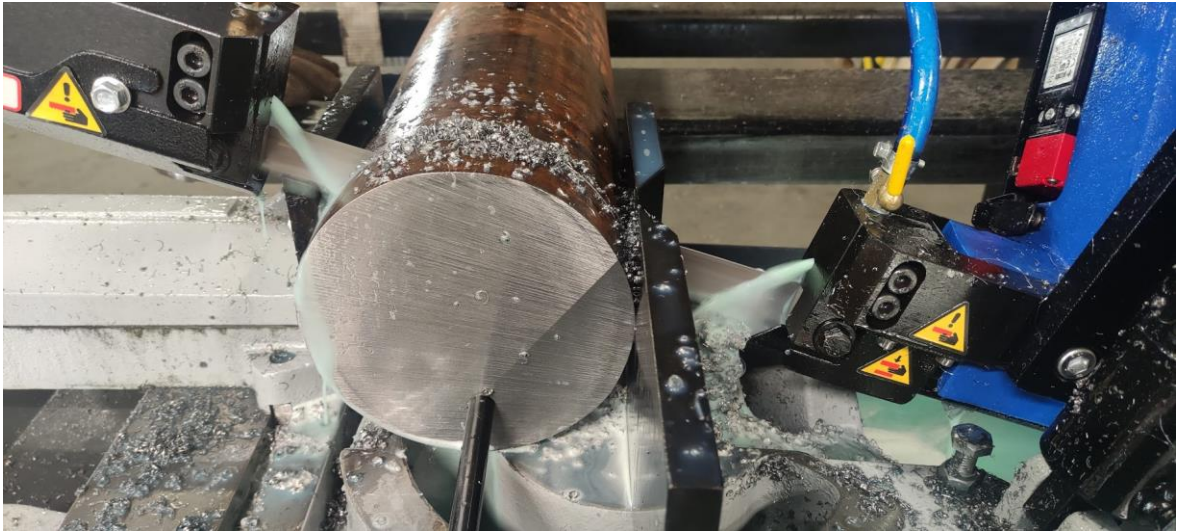
Skladovaný materiál je vždy označen. Neopracovaný materiál je označen číslem výrobního příkazu, podle kterého se bude dále zpracovávat. Rozpracovaná a hotová výroba je opatřena buď štítkem, výrobním příkazem, číslem výrobního příkazu přímo na produktu, případně kombinací uvedených.



Obrázek 11: Označení skladovaných položek (vlastní zpracování)

Ve vnitřním skladu bohužel zůstává i dlouhodobě nevyzvednutá dokončená výroba, případně vratky nebo zbytky materiálu. Je zde také potřeba uskladnit předměty každodenní potřeby například kartony, prázdné palety a dřevěné ohradníky na produkty. Všechny výše uvedené skladované věci zabírají drahocenné skladovací místo.

Celý výrobní proces začíná příjmem materiálu skladníky. Materiál je zkontrolován, označen a umístěn do skladu. Vnitřní sklad se využívá převážně pro hotovou a rozpracovanou výrobu. Přivezený materiál je tedy většinou umístěn do skladů externích a převezen dovnitř 24 hodin před použitím. Materiál může být i nařezán pomocí speciální pily na kov.



Obrázek 12: Speciální poloautomatická pila na kov (vlastní zpracování)

Po procesu řezání putuje materiál buď zpět do skladu, nebo přímo do výrobní části haly ke stroji. Větší výrobky nejde kvůli riziku poškození skládat na sebe, a proto jsou většinou na více paletách. Ty představují riziko, jak již bylo zmíněno a ukázáno na Obrázku 10.

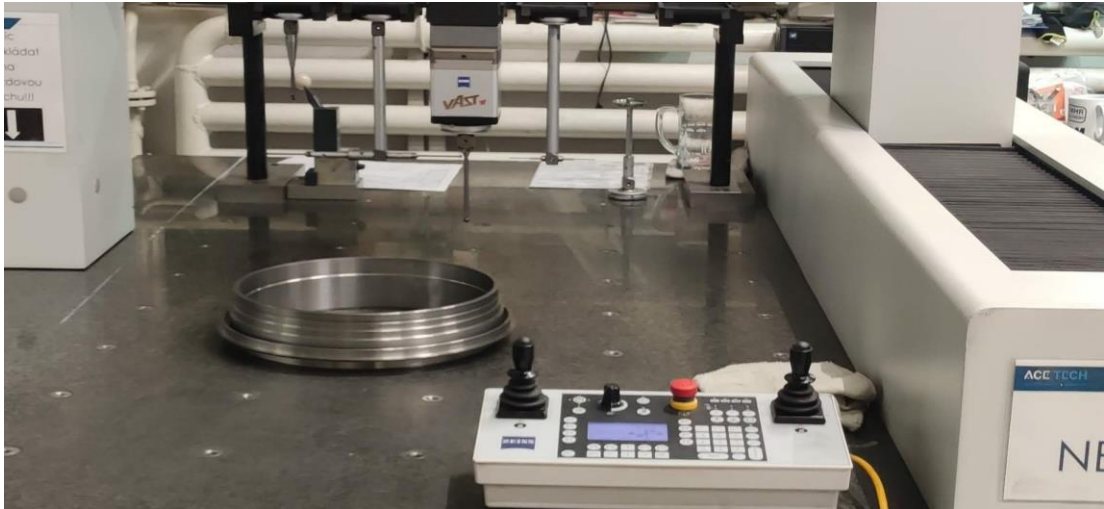
Průměrně se výrobní příkaz skládá ze čtyř obráběcích operací v libovolné kombinaci frézování, soustružení a vrtání. Dalšími procesy mohou být kalení, odjehlení, leštění a značení. Kalení zajišťuje zákazník a neprobíhá tedy ve firmě ACE-TECH s.r.o. Odjehlení je proces, při kterém zaměstnanec manuálně odstraňuje zbytky třísek a ostré hrany po předchozích obráběcích operacích. Leštění probíhá u produktů, u kterých je vysoký požadavek na čistotu, odstraňují se tedy především otisky prstů a nečistoty. Značení produktů probíhá vždy fixou. Výrobky jsou označeny pořadím, ve kterém byly obráběny a první kus je zpravidla ještě označen číslem výrobní zakázky. V případě, že zákazník požaduje permanentní označení, je použit CNC gravírovací stroj. Je možné gravírovat čísla zakázek, kusů i loga koncových firem. V případě potřeby putuje výrobek na výstupní kontrolu kvality. Posledním krokem je zabalení a expedice ve skladu.

6.3 Analýza materiálových toků

Na základě pozorování a nasbíraných dat byla provedena procesní analýza a vytvořen Sankeyův diagram současného layoutu haly.

Pro procesní analýzu byl zvolen jeden z mála produktů, který se pravidelně opakuje a jeho výrobní proces nejvíce vystihuje, jak průměrně vypadá tvorba ostatních zakázek. Zároveň

také vystihuje hlavní cíl firmy, kterým je vysoká kvalita. Proto výrobek po každé operaci putuje na technickou kontrolu.

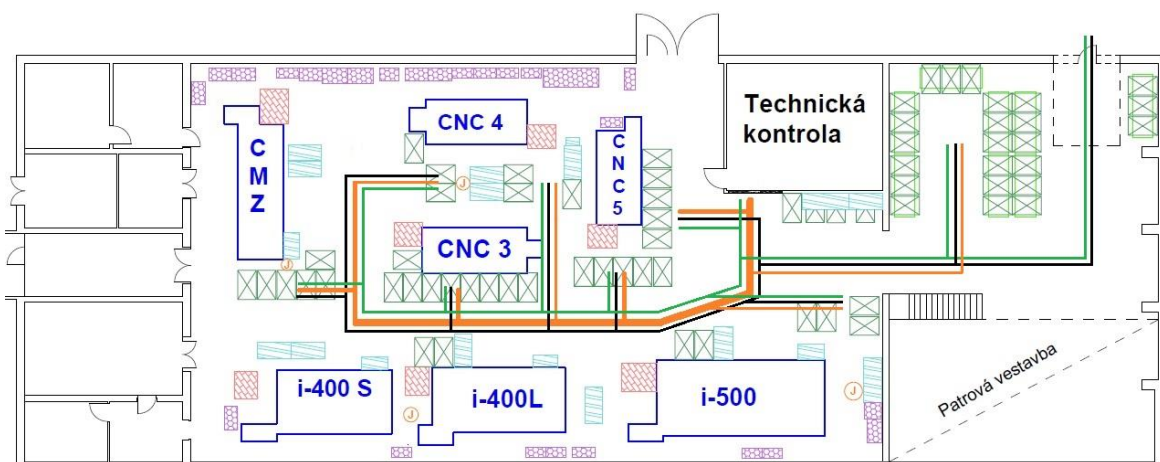


Obrázek 13: Jeden z vybraných produktů během kontroly kvality (vlastní zpracování)

Pro Sankeyův diagram byl zvolen jeden z mála výrobků, který je pravidelně objednáván po sériích. Data byla sbírána během půl roku a poté vynásobena koeficientem.

6.3.1 Sankeyův diagram současného stavu

Podle průtoku palet byl zpracován Sankeyův diagram současného stavu. K rozlišení výroby byly použité tři barvy. Zelená barva znázorňuje hotovou výrobu, oranžová barva výrobu rozpracovanou a černá barva vizualizuje navázení vstupního materiálu. V diagramu jsou rozdílné síly čar. Čím silnější je čára, tím je větší průtok materiálu.



Obrázek 14: Sankeyův diagram současného stavu (vlastní zpracování)

Na Obrázku 14 je znázorněn průtok materiálu v současné výrobní hale. Lze vidět zesílenou oranžovou čáru. Ta znázorňuje vyšší průtok rozpracované výroby na technickou kontrolu a zpět ke strojům. Vzhledem k omezenému prostoru v hale je toto velmi nepraktické. Koridor je téměř vždy jednosměrný, protože dvě palety se zde vyhnou jen na určitých místech. Vyvezení zásobníků kovových špon (znázorněné růžovými obdélníky u každého stroje) je také problematické. Tyto zásobníky jsou rozměrově větší než standardní euro palety a kvůli jejich hmotnosti je k jejich vyvezení nutný vysokozdvizný vozík.

6.3.2 Procesní analýza současného stavu

Vzhledem k tomu, že firma ACE-TECH s.r.o. má převážně zakázkovou výrobu, je těžké udělat analýzu na nějaký opakující se výrobek. Přesto byl vytipován výrobek, který prochází nejčteněji obsazovanými operacemi.

Tabulka 2: Procesní analýza současného stavu (vlastní zpracování)

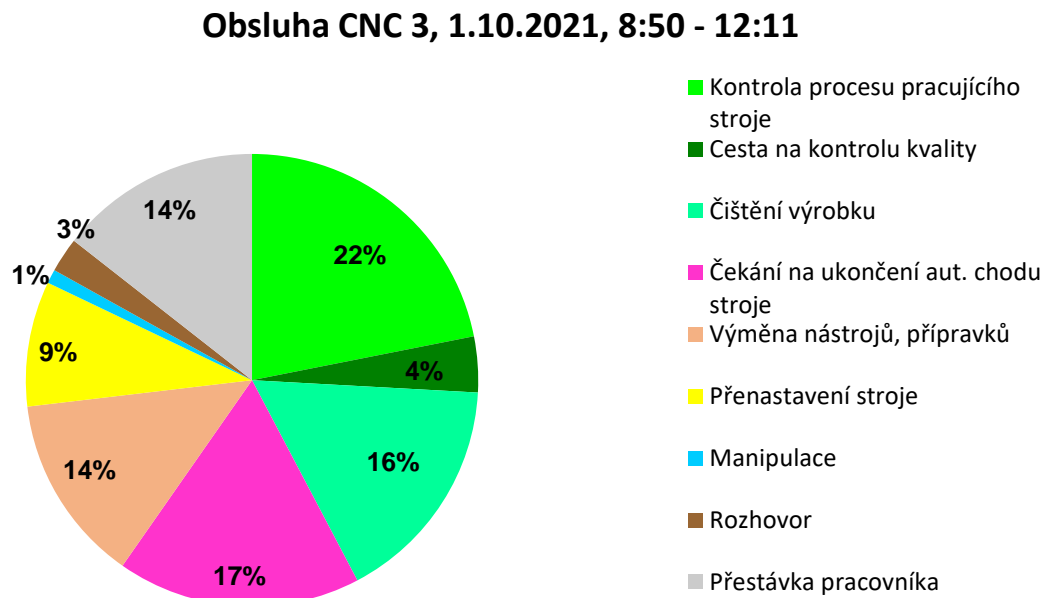
Číslo operace	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)	Počet pracovníků
1	Příjem materiálu	x				-	15	2
2	Transport		->			15	10	1
3	Sklad materiálu				□	-	5	-
4	Řezání	x				-	30	1
5	Transport		->			90	5	-
6	Obrábění I strana	x				-	46	1
7	Transport		->			38	3	-
8	Kontrola			o		-	8	1
9	Transport		->			38	3	-
10	Obrábění II strana	x				-	26	1
11	Transport		->			38	3	-
12	Kontrola			o		-	8	1
13	Transport		->			38	3	-
14	Obrábění III strana	x				-	86	1
15	Transport		->			38	3	-
16	Kontrola			o		-	8	1
17	Transport		->			38	3	-
18	Obrábění IV strana	x				-	34	1
19	Transport		->			38	3	-
20	Kontrola			o		-	8	1
21	Transport		->			53	4	-
22	Odjehlení	x				-	8	1
23	Transport		->			8	2	1
24	Sklad materiálu				□	-	-	-
25	Balení, expedice	x				-	20	2
Četnost		8	11	4	2	-	-	16
Součet času (min)		-	-	-	-	-	344	-
Vzdálenost (m)		-	-	-	-	432	-	-

Díky procesní analýze jsme zjistili, že výrobek prochází osmi operacemi, jedenáctkrát je přepravován, šestkrát je u něj kontrolována kvalita a skladován je dvakrát. Celkově výrobek urazí 432 m během 344 minut.

6.4 Analýza činnosti pracovníka

Analýza probíhala během každodenních činností operátora. Pracovník nebyl upozorněn, že je měřen a ani jiným způsobem instruován ke změně své práce. Měření probíhало na různých

strojích, nejčastěji na CNC 3 a CNC 4. Důvodem byly procesní časy výroby, které byly kratší než u větších obráběcích center. Většinou byl během jednoho pracovního příkazu měřen jak výkon pracovníka, tak i výkon stroje.

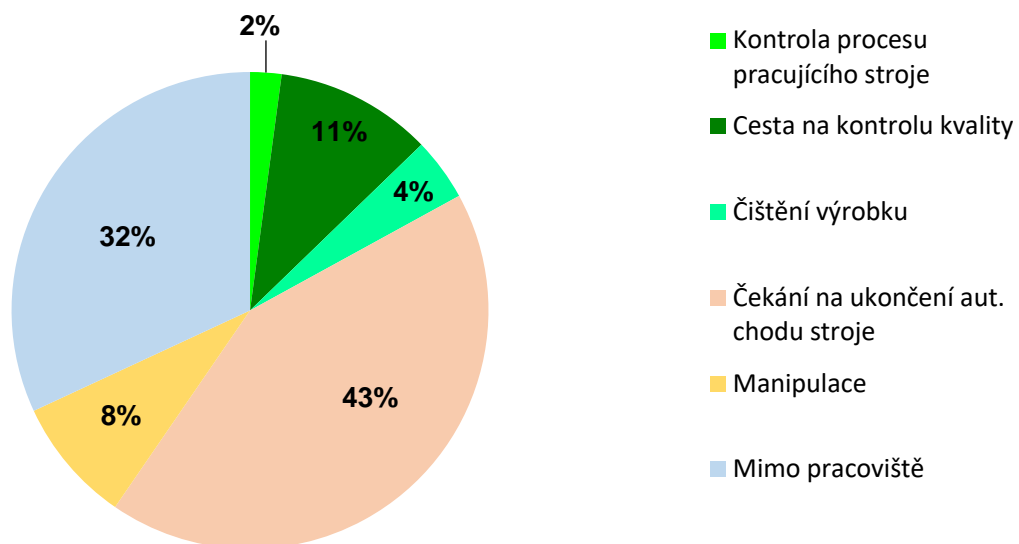


Obrázek 15: Graf analýzy činnosti pracovníka na CNC 3 (vlastní zpracování)

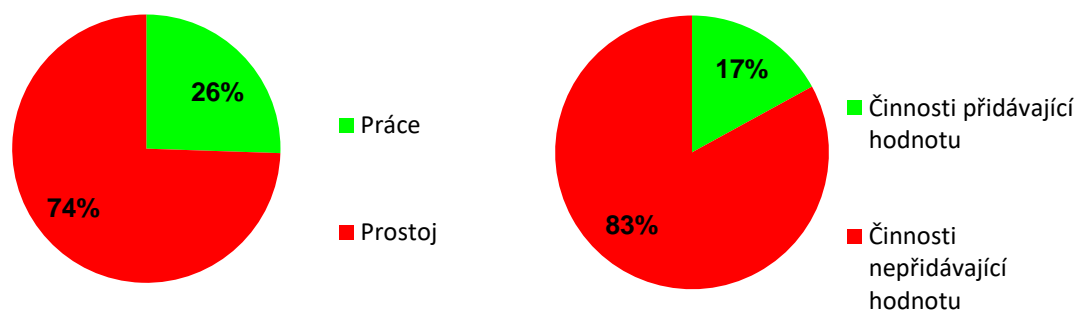
Z Obrázku 15 lze vyčíst tři činnosti, které operátor provádí nejčastěji. Jsou jimi kontrola procesu pracujícího stroje, čekání na ukončení automatického chodu stroje a čištění výrobku. Při obrábění na CNC strojích je nutné používat mazací kapalinu, která slouží nejen k mazacím účelům, ale také odvádí vznikající teplo a částečně odvádí i kovové třísky. Vzhledem k užívání těchto kapalin je čištění výrobku nedílnou součástí výrobního procesu. Kontrola procesu pracujícího stroje má největší podíl v grafu. Během této činnosti operátor vizuálně kontroluje výrobek, chod stroje a jeho nastavení. Další častou činností je čekání na ukončení automatického chodu stroje. Zde je největší potenciál pro zlepšení. Během čekání na stroj by si měl operátor nachystat všechny potřebné nástroje, které bude potřebovat. Také může provádět manipulaci s již vyrobenými kusy, nebo si nachystat další materiál k obrobení. Pokud má i po těchto činnostech stále čas, než stroj dojde, měl by se operátor věnovat úklidu svého pracoviště a dodržování standardizace. Obrábění větších výrobků na sofistikovanějších strojích většinou nevyžaduje časté zásahy operátora a ti tedy mají relativně hodně volného času. Po provedení výše zmíněných činností lze operátorovi zadat

i jinou činnost, která bude mít nižší prioritu. Operátor od ní může libovolně odejít a soustředit se opět na obrábění. Takovou činností by mohlo být například odjehlování, které může operátor provádět i na svém pracovním místě.

Obsluha CNC 3, 24.09.2021, Operátor č. 1



Obrázek 16: Analýza činnosti operátora č. 1 (vlastní zpracování)

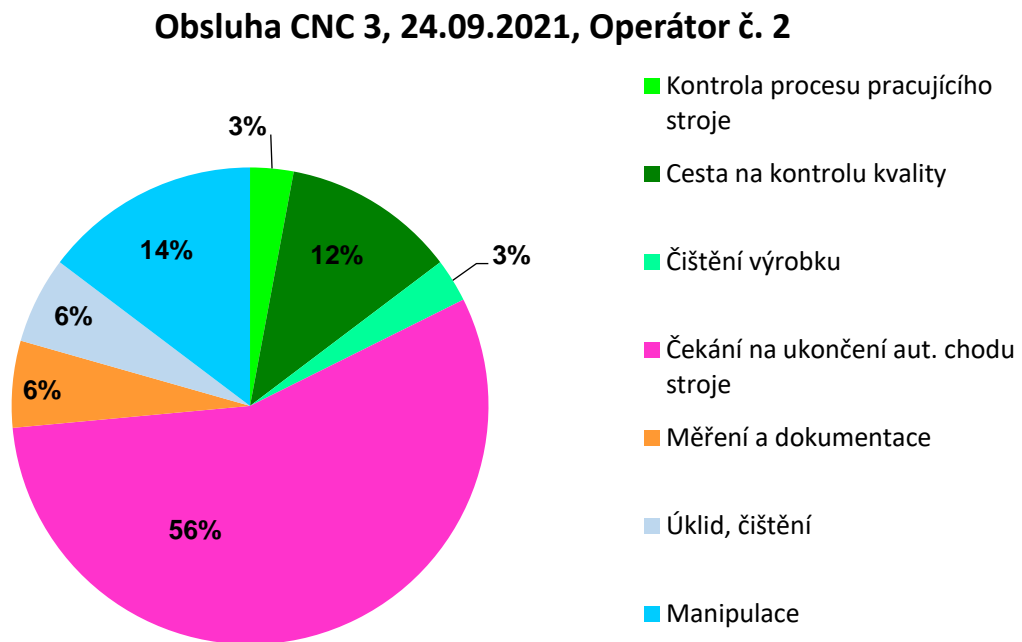


Obrázek 17: Grafy podílu prostojů a činností přidávající hodnotu operátora č. 1 (vlastní zpracování)

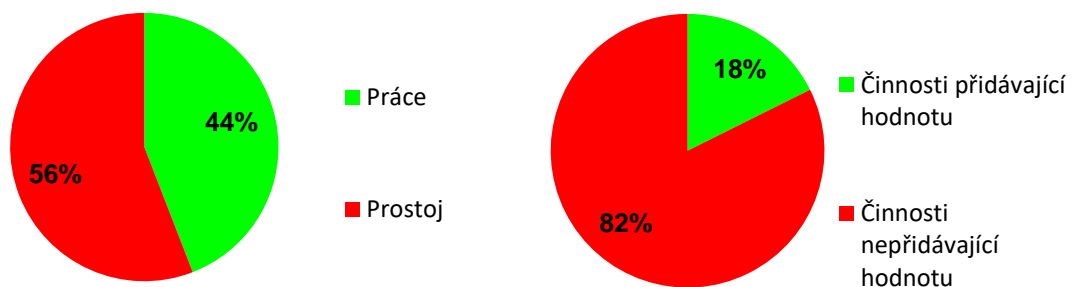
Obrázek 16 analyzuje činnost operátora. Lze pozorovat, že 43% podíl grafu náleží čekání na ukončení automatického chodu stroje. Bylo by tedy vhodné, aby si pracovník vše přichystal, uklidil a případně pracoval na další části výrobního příkazu. Je patrné, že operátor byl téměř třetinu času mimo pracoviště. Kvůli jeho absenci několikrát stroj „čekal“ na operátora

a potvrzení následující operace. To znamená finanční ztrátu pro firmu, protože časový fond stroje nebyl využitý na maximum.

Obrázek 17 ukazuje podíl práce a činností přidávající hodnotu. Vzhledem k tomu, že čekání na stroj se do těchto kategorií nepočítá, jsou jejich hodnoty velmi nízké a proces je z pohledu využití času a potenciálu operátora velmi neefektivní.



Obrázek 18: Analýza činnosti operátora č. 2 (vlastní zpracování)



Obrázek 19: Grafy podílu prostojů a činností přidávající hodnotu operátora č. 2 (vlastní zpracování)

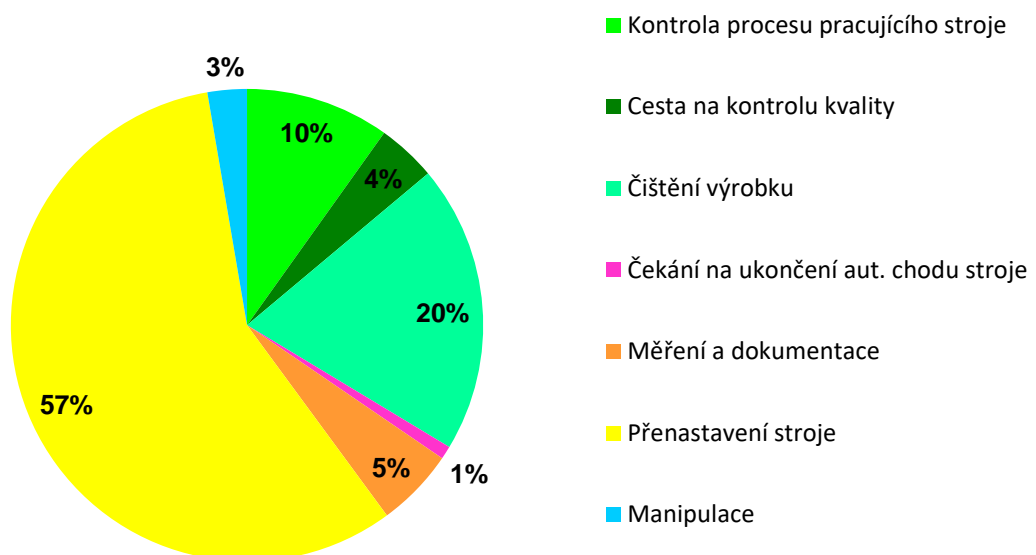
Obrázek 18 a Obrázek 19 analyzují stejné hodnoty, jako předchozí grafy. Jediným rozdílem je výměna operátora, výrobní příkaz zůstal stejný. Opět je zde velký podíl čekání na

ukončení automatického chodu stroje, ale na rozdíl od předchozí situace se zde operátor zaměřil i na kontrolu kvality a úklid pracoviště. Z Obrázku 18 lze vyčíst, že se díky těmto činnostem podíl práce vůči prostojům zvedl téměř o 20 %. Čekání na automatické ukončení chodu stroje zabírá zhruba 50 % veškerého času operátora a vzniká zde velký prostor pro zlepšení využití časového fondu operátora.

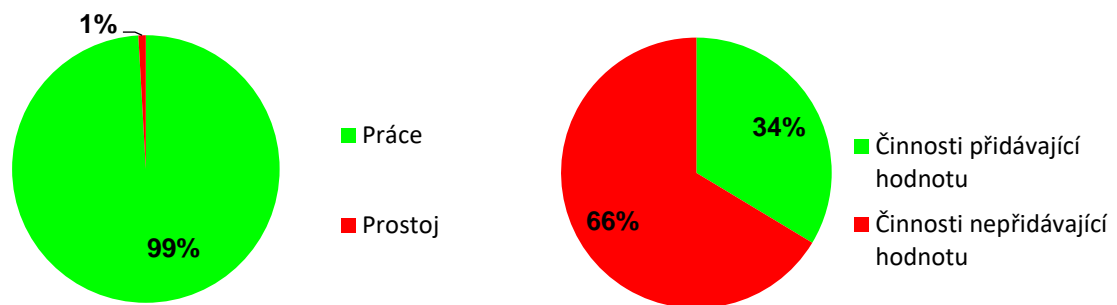
Naopak u přestavby stroje je čas využit na maximum, viz. Obrázek 20. Přestavba či přetypování stroje probíhá během jednoho výrobního příkazu několikrát. Důvodem jsou jiné způsoby uchycení nebo použití jiných obráběcích nástrojů. Operátor by si měl připravit všechny potřebné nástroje právě během čekání na ukončení automatického chodu stroje, aby přetypování zabralo co nejméně času.

Během takzvaného najíždění prvního kusu musí operátor pečlivě kontrolovat obráběcí proces. Výrobní program vytvořený IT techniky nahraje do stroje pomocí CNC rozhraní. Následně musí operátor se zvýšenou frekvencí kontrolovat a měřit výrobek, aby byla zajištěná požadovaná přesnost výroby. Pokud rozměry po kontrole neodpovídají, může operátor program upravit přímo v CNC rozhraní.

Obsluha CNC 3, 1.10. 2021



Obrázek 20: Analýza činnosti operátora při přestavbě na CNC 3 (vlastní zpracování)



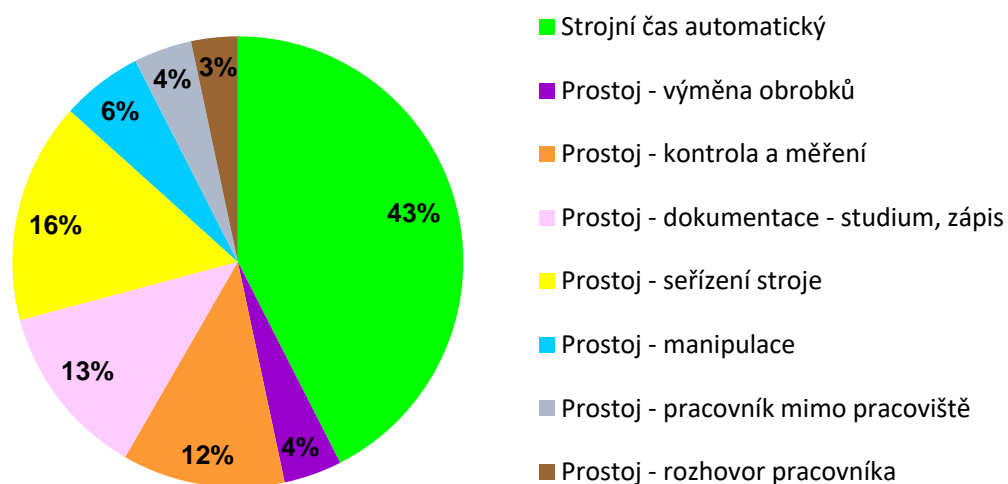
Obrázek 21: Grafy podílu práce operátora a činností přidávající hodnotu při přestavbě na CNC 3 (vlastní zpracování)

Obrázek 21 představuje téměř dokonalý podíl práce a prostojů. Ovšem podíl činností přidávajících hodnotu je pouze třetinový. Tohle je způsobeno především faktem, že se přenastavování stroje nepočítá do činností přidávajících hodnotu. Pro dosažení lepších výsledků je možné se zaměřit na kvalitu přípravy přetypování a také rychlost jeho provedení.

6.5 Analýza činnosti stroje

Analýza činnosti stroje se podrobně zaměřuje na jeho činnost a jednotlivé prostoje.

Činnosti stroje CNC 3, 24.9. 2021

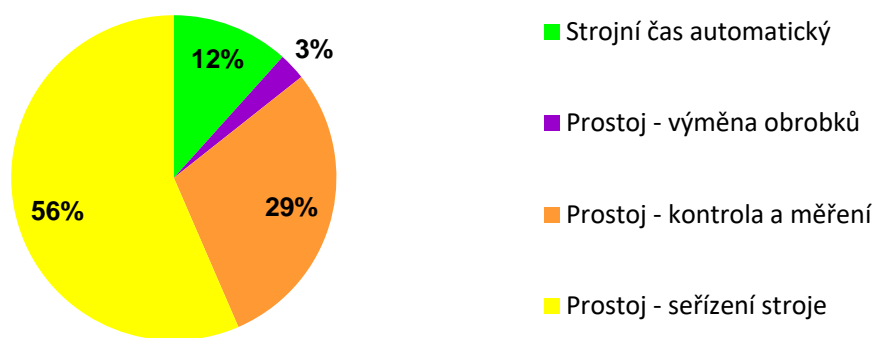


Obrázek 22: Analýza činnosti stroje CNC 3 (vlastní zpracování)

Obrázek 22 je zaměřený na činnost stroje v průběhu výroby. Stroj byl měřen až po prvním kusu, je tedy eliminováno přetypování stroje na jinou výrobu, které by zkreslovalo

požadovaný výsledek. Jak je znázorněno, tak téměř polovinu času tvoří právě automatický strojní čas, tedy obrábění samotné. Další tři nejčastější položky spolu velmi úzce souvisí a jsou jimi seřízení stroje, studium a zápis do dokumentace a kontrola s měřením. Právě kontrola výrobku a jeho měření je velmi důležitým úkolem operátora. Tím že obrobkům, zejména během prvních pár kusů, věnuje zvýšenou pozornost, může nastavení stroje zkontrolovat podle dokumentace. Jestliže hodnoty ve stroji odpovídají těm v dokumentaci, avšak reálně naměřené specifikace výrobku nikoliv, provede operátor manuální korekci v programu CNC. Cílem do budoucna by mělo být zvýšení podílu automatického strojního času na úkor prostojů, které výrobku nepřidávají žádnou hodnotu a nemají s výrobou nic společné, například pracovník mimo pracoviště.

Činnosti stroje CNC 3, 8.10. 2021

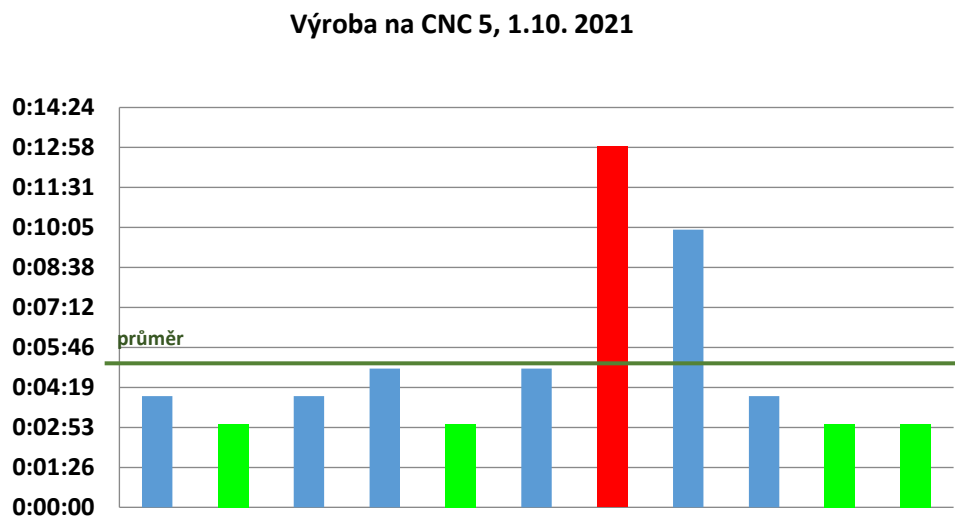


Obrázek 23: Analýza činnosti stroje CNC 3 během přetypování (vlastní zpracování)

Obrázek 23 analyzuje přetypování stroje. Činnosti byly analyzovány do ukončení prací na prvním výrobku série, včetně jeho výměny za další obrobek. Je patrné, že více jak polovinu času byl stroj seřizován. Zde je zahrnuta i montáž a demontáž potřebných součástí stroje (upevňovací mechanismus a obráběcí nástroje). Poté co operátor zahájil výrobu, pečlivě kontroloval první obráběný kus. Tedy téměř třetinu času zabrala kontrola a měření. V rámci zlepšení tohoto procesu se nabízí předpříprava potřebných nástrojů. Ideálně v prostojích během výroby, avšak bez přerušení plynulosti probíhající pracovní operace. Tímto by bylo možné snížit čas potřebný k seřízení stroje, a tedy urychlit přetypování stroje na nový výrobek.

6.6 Přímé náměry výroby

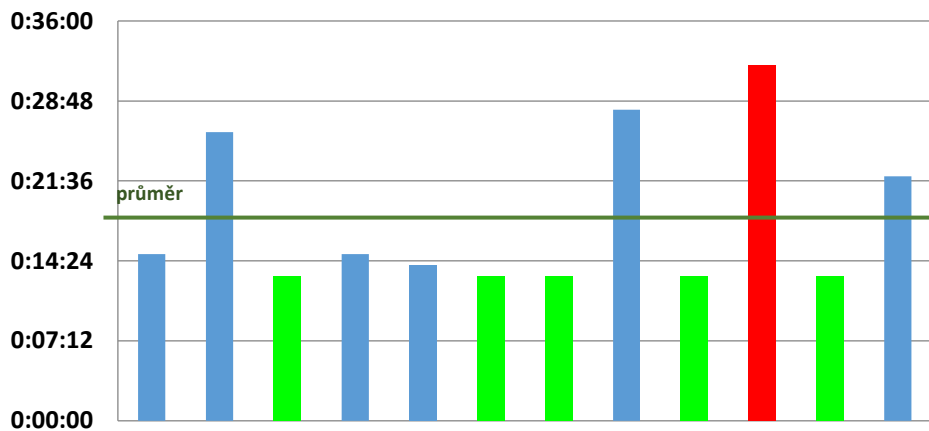
Analýza přímých náměrů probíhala na třech různých strojích. Aby byla vyloučená statistická chyba a výsledky byly přesnější, proběhlo vždy alespoň deset měření. Z měření byly odstraněny přestávky pracovníků. Problémy při výrobě nebo ostatní prostoje odstraněny nebyly, protože pak by byla sledována pouze čistě rychlost práce operátora, což nebylo záměrem těchto měření.



Obrázek 24: Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu na CNC 5 (vlastní zpracování)

Na Obrázku 24 je znázorněno měření výroby s cyklovým časem $t_a = 6$ minut. Červeně je označena časově nejdelší výroba kusu, zeleně ta nejkratší. Operátor byl schopný vyrábět rychleji, než byl stanovený cyklový čas a celkově se dostal na průměrný čas $t_p = 5:11$ minut. Největší odchylka byla způsobená prostojem, který zapříčinil pracovník například nepřítomností na pracovišti, rozhovorem, aj. Druhým největším prostojem byla výměna břitové destičky. Kontrola břitové destičky je prováděna pravidelně, případně dle potřeby.

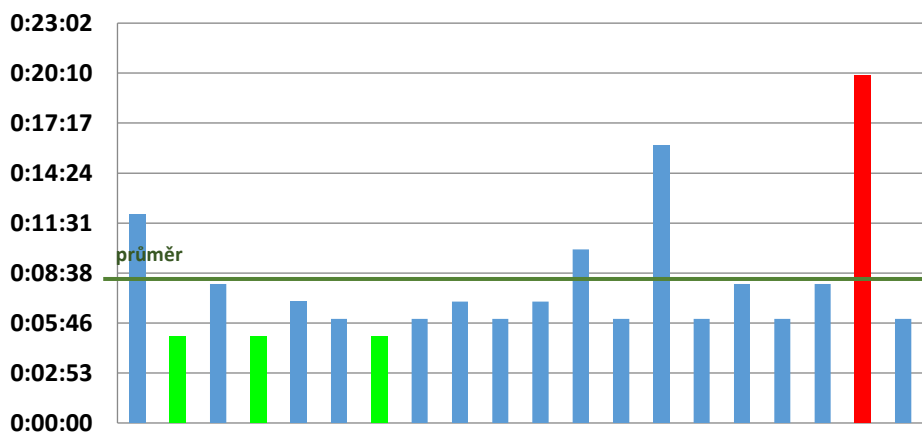
Výroba na CNC 4, 8.10. 2021



Obrázek 25: Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu na CNC 4 (vlastní zpracování)

Obrázek 25 ukazuje výrobu s $t_a = 18$ minut. Operátor vyráběl s průměrným časem $t_p = 18:05$ minut. Největší odchylkou je zde prostoj způsobený operátorem. Další tři odchylky, které jsou nad průměrem zapříčinil problém na kontrole kvality, který operátor stroje nemohl ovlivnit.

Výroba na CNC 3, 5.11. 2021



Obrázek 26: Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu na CNC 3 (vlastní zpracování)

Cyklový čas pro výrobu zobrazenou na Obrázku 26 byl $t_a = 7:30$ minut. Operátor vyráběl s průměrným časem $t_p = 8$ minut. Největším prostojem byla nutnost odvezení kovových

špon do venkovního kontejneru. Současné prostorové možnosti neumožňují vyvézt špony bez přerušení práce stroje. Bez tohoto kroku však nelze ve výrobě pokračovat. Druhým největším prostojem byla výměna břitové destičky. Zbylé dvě hodnoty nad průměrným časem byly způsobeny prostoji operátora.

Cyklové časy udává technologické oddělení na základě předchozích zkušeností a složitosti výroby. Jsou zde započítány i rutinní činnosti operátorů, které přímo nesouvisí s výrobou, například cesta na kontrolu kvality, vyvezení kovových špon, nebo výměna břitové destičky. Operátor by tedy měl být schopný plnit normy stanovené technologickým oddělením. Výjimkou jsou samozřejmě poruchy a jiné problémy spojené s výrobou, které znemožňují pokračovat dále ve výrobě.

Technologické oddělení také navrhuje časy pro přetypování strojů. Ty často nejsou dodrženy. Řešením by bylo chystat si nástroje pro přetypování během obsluhování stroje, jak bylo popsáno u Obrázku 23. Další možností pro zvýšení efektivity by bylo zapojení skladníků do vyvážení kovových špon. Skladník by přivezl prázdný kontejner na špony a odvezl plný, nachystaný k vysypání do kontejneru. Operátor by si převzal prázdný kontejner a umístil jej ke stroji. Tím by se proces zkrátil z několika minut na několik desítek vteřin.

6.7 Shrnutí analytické části

Analytická část byla zaměřená na rozbor výrobních procesů a prostor společnosti ACE-TECH s.r.o. Byly sledovány činnosti strojů, operátorů, cyklové časy výroby a také tok materiálu. Využita byla především metoda procesní analýzy a Sankeyův diagram.

Rozpracovaná výroba často putuje na kontrolu kvality a zpět. Tahle skutečnost je způsobena vysokými požadavky na kvalitu a přesnost výrobků. Firma si zakládá na kvalitní, přesné výrobě. Proto je frekvence výrobků směřujících na kvalitu a zpět do výroby zohledněna v Sankeyově diagramu.

Procesní analýza odhalila, že průměrně výrobek urazí 432 metrů během 344 minut. Zároveň se na dokončení celé výroby podílí průměrně 16 zaměstnanců.

Během analýzy činnosti operátorů bylo zjištěno, že největší prostoje tvoří čekání na ukončení automatického chodu stroje a nezodpovědnost operátora (nacházení se mimo pracoviště, rozhovory, aj.). Při změně výrobního příkazu pak přetypování stroje na danou

výrobu. Kromě přetypování jsou to činnosti, které nepřidávají produktu hodnotu. Je žádoucí se jich zbavit nebo je nahradit činnostmi přidávajícími hodnotu.

V návaznosti na předchozí činnosti operátorů byly analyzovány také činnosti stroje. Zde bylo podrobněji rozebráno využití časového fondu stroje. Největší položkou je samotné obrábění, případně přetypování při změně výrobního programu. Významné prostoje tvoří kontrola, měření, seřízení a náhled do dokumentace. Všechny tyto činnosti jsou spojené s vysokými požadavky na kvalitu a přesnost výrobků.

Cyklové časy výroby byly analyzované na třech různých strojích a zakázkách. Operátoři většinou vyráběli rychleji, než byl stanovený cyklový čas výrobku. Avšak různé prostoje (výměna břitové destičky, poruchy, problémy s kvalitou, aj.) zapříčinily, že průměrný čas na jeden výrobek byl téměř identický s cyklovým časem. Drobné problémy nelze při výrobě vyloučit, je tedy patrné, že cyklové časy jsou správně nastaveny.

7 DEFINOVÁNÍ PROJEKTU

Název projektu

- Návrh layoutu nové výrobní haly

Hlavní cíl projektu

- Vytvoření layoutu nové výrobní haly v závislosti na umístění nástrojů a dodržení bezpečných manipulačních vzdáleností

Kritéria úspěchu

- Podpora vedení společnosti
- Dostačující množství informací
- Postavení nové výrobní haly

Složení projektového týmu

- Výkonný ředitel a jednatel – Ing. Jan Vrba
- Vedoucí výroby – Roman Krajíček

Rozpočet projektu

- Rozpočet projektu nebyl předem vymezen

7.1 Logický rámec

Logický rámec se používá jako podpora při realizaci projektu, především v jeho začátcích. Definuje konkrétní cíle a hlavní aktivity projektu. S aktivitami jsou bezprostředně spojeny prostředky, které budou potřeba po celou dobu trvání projektu. Dále definuje předpoklady pro provedení projektu a obsahuje měřitelné ukazatele pro zhodnocení cílů.

Cílem tohoto projektu je navrhnout layout pro novou výrobní halu společnosti ACE-TECH s.r.o. Přínosem by mělo být zvýšení množství zakázek, noví zákazníci, více místa pro nové technologie a větší konkurenceschopnost na trhu práce.

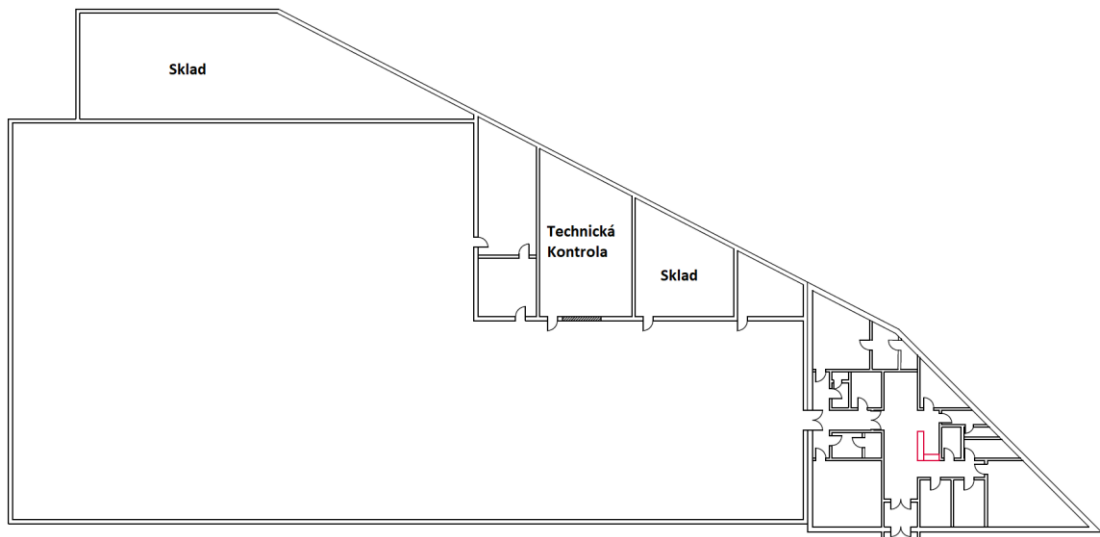
Logický rámec je připojený v příloze IV.

8 NÁVRH LAYOUTU

Návrh layoutu pro novou halu firmy ACE-TECH s.r.o. je rozdělen na dvě verze. Primárně je zaměřen na vytvoření takzvaného „nástrojového hnízda“ a jeho umístění. V nástrojovém hnízdě jsou umístěny veškeré nástroje a měřidla, které by mohli operátoři, ale i kontrolní technici, potřebovat pro výkon jejich práce. Počítá se i s nástroji a měřidly, které se standardně nacházejí na pracovištích a jsou využívány každý den.

8.1 Grafický návrh layoutu

Grafický návrh byl zpracován na základě požadavků firmy ACE-TECH s.r.o.



Obrázek 27: Jednoduchý grafický návrh nové výrobní haly (vlastní zpracování)

V pravé části jsou prostory pro management a ostatní zaměstnance. Zázemí navazuje na velký výrobní prostor haly, z kterého je přístup do dvou skladů, na technickou kontrolu a do technických místností.

8.2 Varianty layoutu dle umístění nářadí

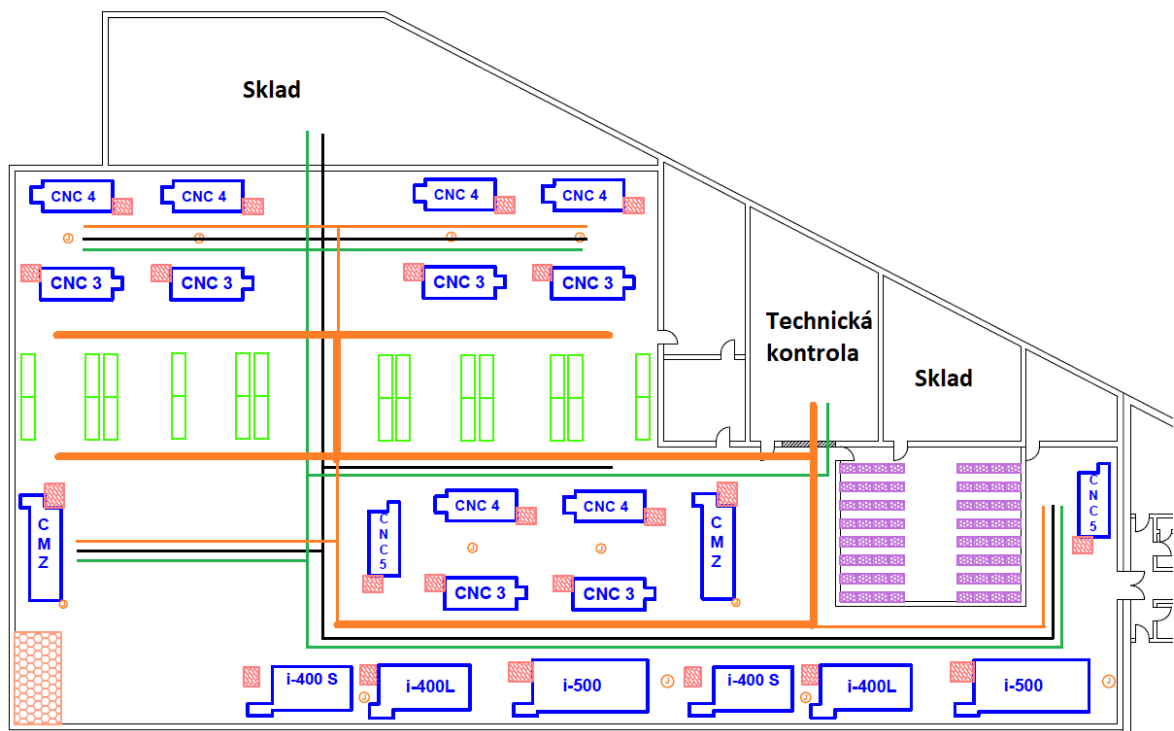
Pro inspiraci při tvorbě layoutu nové výrobní haly byly využity návrhy zaměstnanců a také layout v původní výrobní hale. V návrzích je znázorněn i předpokládaný tok materiálu s použitím stejné barevné legendy jako v kapitole 6.3.1. Všechny layouty se Sankey diagramy jsou také součástí přílohy pro lepší přehlednost.

Do nových návrhů jsou zakomponovány také stávající stroje. Ty byly využity jako šablony a rozmístěny do návrhů nových layoutů. Primárně jsou nové návrhy rozdělené podle umístění nástrojů. V návrhu s nástrojovým hnízdem je kladen důraz spíše na menší obráběcí stroje, zatímco v druhém návrhu jsou preferovány stroje větší.

8.2.1 Nástrojové hnízdo

Tento návrh se soustředí na vytvoření tzv. nástrojového hnízda. Nástrojové hnízdo je samostatná místnost se všemi nástroji potřebnými napříč celou výrobou. Včetně měřících nástrojů, které jsou používány hlavně na technické kontrole. Pro vytvoření nástrojového hnízda jsou důležité čtyři prvky:

- Vytvoření samostatné místnosti (libovolně průchozí), kde budou všechny nástroje označené a uloženy v nástrojových skříních. Stejně tak budou označené jednotlivé skříně, aby bylo možné co nejdříve najít potřebné nástroje. Také zde mohou být uloženy vyměnitelné břitové destičky.
- Vznik nové pracovní pozice – Nástrojář. Jeho náplní práce by byla dokonalá znalost výrobních procesů a uspořádání nástrojů. Zároveň by podle požadavků vychystával nástroje pro operátory. Tím by se zkrátila potřebná doba pro přetypování výroby na stroji.
- Správné umístění nástrojového hnízda. Kvůli požadavkům na vysokou přesnost a kvalitu výrobků je rozpracovaná výroba často přepravována na technickou kontrolu. Zde je potřeba provést kontrolní měření s využitím mnoha různých měřidel. Proto je důležité, aby nástrojové hnízdo bylo situováno blízko technické kontroly a také menšího skladu. Měřidla a nástroje, které čekají na kalibraci nebo jsou například větších rozměrů mohou být uloženy právě v tomto skladu.
- Posledním prvkem, který usnadní používání nástrojového hnízda je seskupení podobných obráběcích center. K těmto skupinám se pak umístí jedna nebo dvě nástrojové skříně s nejčastěji používanými nástroji a měřidly právě pro danou skupinu strojů. Díky těmto skříním nemusí operátoři tak často chodit do nástrojového hnízda, které může být v tak velké hale velmi vzdálené.



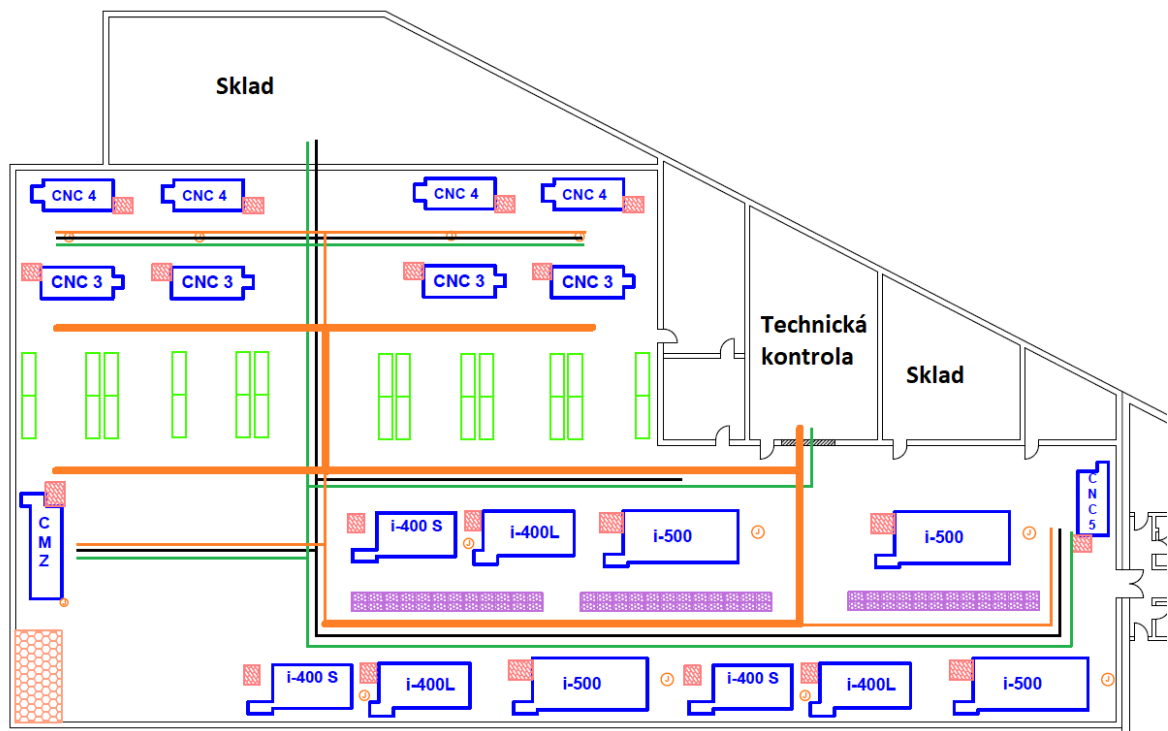
Obrázek 28: Návrh layoutu nové výrobní haly s nástrojovým hnízdem (vlastní zpracování)

Nevýhodou tohoto návrhu je nutnost zaškolení nového zaměstnance pro práci v nástrojovém hnízdě. Také je zde omezená kapacita. Je rovněž pravděpodobné, že s rostoucím objemem výroby bude potřeba více než jeden nástrojář na směnu. Naopak výhodami je vysoká odbornost nástrojářů, snížení přetypovacích časů strojů a úzká spolupráce s technickou kontrolou.

8.2.2 Nástrojové skříně v celé hale

Druhý návrh částečně vychází ze současného layoutu ve staré hale. Nástrojové skříně jsou tak rozmístěny přímo ve výrobě. Na Obrázku 29 lze vidět rozmístění těchto skříní a také je zde opět znázorněn předpokládaný tok materiálu pomocí stejné legendy jako v předchozí kapitole.

V tomto návrhu je vytvořená hlavní linie nástrojových skříní, kde se bude nacházet většina potřebných nástrojů a měřidel. Ty jsou situovány tak, aby byly dobře přístupné z celé výrobní haly. Nástroje i skříně budou opět označené, aby bylo vše přehledné. Není zde potřeba vytvářet novou pracovní pozici. Bude ovšem nutné, aby byli operátoři proškoleni v umístění nástrojů a měřidel. Další výhodou může být právě soběstačnost operátorů, kteří se nemusí spoléhat na jiného pracovníka a čekat, až bude mít čas.



Obrázek 29: Návrh layoutu nové výrobní haly s řadou nástrojových skříní (vlastní zpracování)

Nevýhodami tohoto návrhu může být právě absence nástrojáře, díky jehož práci by byly zkrácené časy přetypování strojů. Také je jednodušší školit čtyři nástrojáře než čtyřicet operátorů. Velkým bezpečnostním rizikem může být pohyb vysokozdvihných vozíků kolem nástrojových skříní. Zároveň zde nebude probíhat tak úzká spolupráce s technickou kontrolou jako v předchozím návrhu.

8.3 Výběr layoutu

Obecně je důležité, aby si firma definovala strategii růstu a budoucího zaměření výroby. Oba návrhy mají svá pro a proti v závislosti na tom, co se od nich očekává. V případě, že bude firma chtít zkrátit dobu přetypování strojů a zaměřit se na užší spolupráci s technickou kontrolou, což se může stát úzkým místem, je výhodnější varianta nástrojového hnízda. Jestliže je žádoucí větší autonomnost a odpovědnost operátorů, bude lepší zvolit variantu s nástrojovými skříněmi přímo ve výrobě.

Bohužel kvůli dnešní situaci ve světě je velmi těžké přesněji nacenit jakoukoliv variantu layoutu, a to například proto, že ceny elektřiny, plynu, stavebních materiálů, oceli a dalších

jsou nestabilní a neustále se mění. Návrhy layoutů byly vytvořeny tak, aby jejich materiálový tok byl prakticky totožný. Proto vezmeme jako kritérium udržitelnost nástrojů a nářadí.

Ve variantě, kde jsou nástrojové skříně v řadě rozmístěné po výrobní hale, se počítá s větším množstvím nářadí. To je způsobeno potřebou více kusů nářadí od jednoho druhu. Spousta nářadí je stejná pro vícero strojů případně zakázek, operátoři proto musí mít přístup k dostatečnému množství nářadí stejného druhu. Také je zde potřeba proškolit všechny operátory kvůli umístění a údržbě nářadí. Ti si také musejí veškeré nástroje chystat, čistit a poté také uklidit sami a tím se připravují o drahocenný čas, který by mohli věnovat výrobě.

Varianta s nástrojovým hnízdem vyžaduje vytvoření nové pracovní pozice a s tím spojené náklady na najmutí, zaškolení a vyplácení nového pracovníka. Tento pracovník ovšem bude kontrolovat nástroje, aby byli v perfektním stavu a zkalibrované. Bude mít přehled o tom kde se nástroje nachází, a to nejen v nástrojovém hnízdě ale také v celé hale. Vzhledem k umístění nástrojového hnízda vedle menšího skladu, může skladovat velké nástroje v regálech, což by bylo v předchozí variantě podstatně složitější. Nástrojář bude operátorům nejen chystat potřebné pomůcky pro jejich další výrobu, ale také je u nich vyzvedne po dokončení zakázky, provede čištění a kontrolu. Díky tomu budou menší prostoje operátorů a zmenší se riziko nekvalitního nářadí nebo měřidla. A tím se předejde možným defektům a vadám na kvalitě výrobků.

Pro výběr varianty proběhl workshop s vedením firmy, vedoucím výroby a vedoucím skladu. Kritéria pro vybrání správného layoutu byla kvalita, využití strojového času na maximum a provázanost s technologickou kontrolou. Vzhledem ke zmíněným kritériím byla vybrána varianta layoutu s nástrojovým hnízdem.

9 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Na základě pozorování současných výrobních a skladovacích procesů byly zpracovány návrhy na zlepšení v několika oblastech.

9.1 Skladování

V analytické části byly částečně popsány problémy s prostory. Doporučením pro zlepšení současného stavu je kontrola označení skladovacích prostor, přeskladnění dlouhodobě nevyzvednuté dokončené výroby a zbytkového materiálu do jednoho z externích skladů. Dále celkový úklid a přeskladnění věcí, které nejsou používány každý den pro potřeby skladu nebo výroby.

Firma nemá propojené sklady s ERP systémem, a proto nemá přehled o tom, kde má uskladněné konkrétní materiály. V důsledku toho se může stát, že skladníci budou hledat materiál, případně jej přehlédnou a materiál se bude zbytečně objednávat.

Materiál naváží do výroby ke strojům skladník, který si musí zjistit jaký výrobní příkaz se bude na daném stroji provádět. Materiál je většinou na více paletách, a proto nejde vždy navézt všechn najednou do výroby, protože by jej nebylo kde uložit. Bylo by výhodné vytvořit skladovací systém a propojit ho s výrobou tak, aby operátorovi stačilo načíst kód a skladník by věděl, jaký materiál je žádaný, kterým strojem. Podle cyklového času výrobku by také skladník mohl odhadnout, kdy bude operátor potřebovat další materiál, nebylo-li možné navézt všechn materiál najednou. Měla by zde být i možnost zaslání požadavku na sklad v případě, že by operátorovi docházel neopracovaný materiál, nebo by měl dostatek místa pro umístění zbylého materiálu potřebného k výrobě.

Vzhledem k tomu, že má v současnosti firma tři sklady a v nové hale budou skladovací prostory větší, bylo by vhodné zavést systém skladování. Regály pro skladování by měly být opatřené čárovým nebo QR kódem a stejně tak i přijímaný materiál. Díky propojení ve vnitropodnikovém systému by pak skladníci přesně věděli, v kterém skladu a na které pozici je uskladněný materiál potřebný pro výrobu na daném stroji.

Výsledkem všech těchto opatření a zlepšení by mělo být zvýšení kapacity vnitřního skladu, snížení zásob materiálu ve výrobě, efektivní skladovací proces a lepší tok materiálu ze skladu do výroby.

9.1.1 Podnikový systém HELIOS

Balíček *HELIOS Easy Výroba*, který nabízí firma HELIOS má v základu všechny funkce potřebné k digitalizaci skladu. Zákazník může využít vlastních datových úložišť anebo cloudové úložiště poskytovatele. Součástí balíčku jsou moduly pro správu skladů, nabídek, objednávek, rezervací, fakturací, technické přípravy a řízení výroby. (HELIOS, 2022)

Balíček HELIOS Easy Výroba	Cena balíčku	Cena roční podpory
1 uživatel	29 900 Kč	7 100 Kč

Obrázek 30: Cenová nabídka firmy HELIOS (HELIOS, 2022)

9.1.2 Skladový systém LOKiA

Firma LOKiA nabízí skladový systém, který není tak komplexní jako konkurenční HELIOS, ovšem má nižší měsíční náklady na provoz. Pokud by firma ACE-TECH s.r.o. nechtěla vnitropodnikový systém využívat nad rámec skladu, byla by tato varianta přijatelnější z důvodu nižších dlouhodobých nákladů. Pořizovací cena je sice vyšší, ale rozdíl se díky nižším měsíčním poplatkům vyplatí již po pěti měsících používání. Cena byla počítána s jedním přístupem pro manažera a dvěma přístupy pro skladníky.

Jednorázová cena	
Pořízení systému a jeho vzdálené spuštění	45 000 Kč
Celkem při startu	45 000 Kč
Měsíční platba	
1 přístup Skladník	1x 1 500 Kč
1 přístup Manažer	1x 300 Kč
Provoz služby	750 Kč
Celkem měsíčně	2 550 Kč

Obrázek 31: Cenová nabídka skladového systému LOKiA

9.2 Technická kontrola

Pracoviště technické kontroly je oddělené od zbytku výroby, aby byly zajištěny stálé podmínky. V letních měsících, kdy teplota na dílně dosahuje i více než 30 °C, zajišťuje klimatizace odpovídající teplotu. Protože jde o velmi přesnou výrobu, musí se výrobky

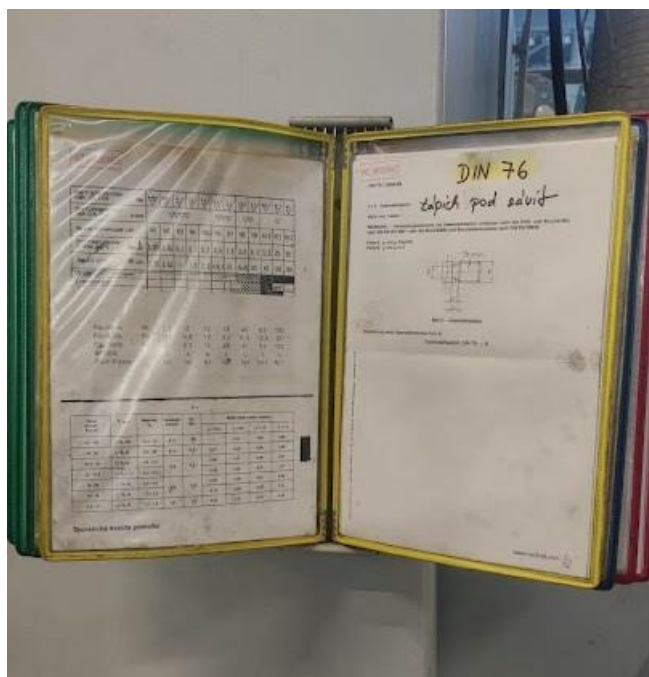
aklimatizovat na správnou teplotu, než jsou změřeny. V nové výrobní hale by měl být tento problém odstraněn díky větším rozměrům haly a klimatizačním jednotkám umístěným i ve výrobní hale.

Dalším problémem je absence technologů na odpoledních směnách. Většina operátorů si dokáže obrobky sama měřit, ale bylo by vhodné operátory důkladněji proškolit, případně zaměstnat další technology. Pokud by byli operátoři řádně proškolení, mohli by v případě, že se na jejich stroji momentálně nepracuje na zakázce, vypomocet technologům.

Tato opatření se týkají především nové výrobní haly. Firma bude expandovat do většího a modernějšího zázemí, čímž se tyto problémy vyřeší.

9.3 Pracoviště operátorů, úklid

Na jednotlivých strojích se nachází nezbytná dokumentace v papírové formě chráněná průhlednou fólií. Bohužel fólie i samotná dokumentace je mnohdy zašpiněná nebo potrhána.



Obrázek 32: Špinavá dokumentace na stroji (vlastní zpracování)

Prvky vizuální organizace (štítky, lajnování na zemi a další) jsou často zastaralé, poškozené nebo se nedodrží.

Je nutné veškerou strojní dokumentaci projít a aktualizovat. V případě potřeby je vhodné přesunout a vyměnit fólie. Stejně tak by se měly zkontrolovat veškeré prvky vizuální organizace (popisky vozíků, nástrojových skříní, a další).

Problémové je také uklízení pracovišť, udržování pořádku a s tím spojené nesnáze při hledání správného nářadí. Operátoři jsou povinni uklidit své pracoviště před koncem směny tak, aby jej mohli předat. Tento úklid ovšem není nikde standardizován a je tedy pouze na operátorovi, aby se rozhodnul, co považuje za uklizené.



Obrázek 33: Neuklizené pracoviště během směny (vlastní zpracování)

Stejně tak průběžné uklízení během směny závisí pouze na zodpovědnosti operátora. Pracoviště by mělo být uklizené, aby bylo přehledné, dalo se na něm lehce manipulovat s obrobky a aby bylo riziko úrazu co nejmenší.

Problematika uklízení a dodržování pořádku je spjata také s půjčováním nářadí a měřidel z místnosti technické kontroly. Většina nářadí, které je potřebné ke každodenní obsluze stroje, se nachází přímo na pracovišti. Ovšem některé nástroje, především různé druhy měřidel, si musí operátoři vypůjčit z místnosti technické kontroly. Bohužel neexistuje žádný systém evidence vypůjčeného nářadí, a tak se často stává, že operátoři nástroje hledají nejen v technické místnosti ale i na jiných pracovištích po celé dílně.

U výrobků s kratším cyklovým časem (cca 5-15 minut) vznikají často prostoje způsobené právě hledáním správného nářadí, nebo nedostatkem pracovního prostoru na stole. Při těchto krátkých cyklových časech je potřeba stroj častěji kontrolovat, případně potvrzovat na stroji další kroky. Operátor tak nemá tolik času dělat jinou práci za chodu stroje.

V důsledku výše zmíněných problémů je žádoucí vytvořit úklidové standardy, na které by měli být operátoři proškoleni. Operátoři by se měli snažit připravit si celé pracoviště tak, aby se z něj v průběhu obrábění nemuseli vzdalovat. Pracovní místo by mělo být dostatečně uklizené a prostorné.

Proces půjčování měřidel je možné propojit do vnitropodnikového informačního systému. (viz. kapitola 9.1.1) Dalo by se, alespoň dočasně, využít kartiček, které by nesly označení pracoviště, na kterém se bude vypůjčený nástroj nacházet. Kartičky by byly samozřejmě umístěny na původní místa nástrojů.

Pokud operátoři měří obrobky přímo na pracovišti, často musí zapisovat hodnoty na kontrolní papír, kde mají dané rozmezí hodnot. Vzhledem k povaze výroby jsou tyto formuláře často špinavé. Rozmezí hodnot lze nahrát do systému a naměřené hodnoty vkládat ručně na tabletu. Takto by se eliminovaly znečištěné formuláře. Pokud bychom chtěli eliminovat i možnost lidské chyby (překlep při zapisování hodnot), bylo by možné propojit digitální měřidla přímo se systémem, takže by se měření automaticky zapisovalo do příslušných kolonek. Toto řešení vyžaduje sofistikovanější vnitropodnikový systém, ve kterém budou nahrány výrobní příkazy i se specifikacemi jednotlivých částí tak, aby systém věděl, u kterých částí má vyžadovat změření. (viz. kapitola 9.1.1)

9.4 Zhodnocení navrhovaných řešení

Pro zlepšení stávajícího stavu ve firmě ACE-TECH s.r.o. je zapotřebí přeorganizovat systém skladování. Sklady je potřeba projít a zkontrolovat stavy všech zásob. Také vyřadit materiály, které jsou již ve výrobě nepoužitelné a zabírají tak drahocenné místo, o nákladech na skladování nemluvě. Firma má tři sklady, ale efektivně využívá jen jeden vnitřní, v ostatních skladech není nastavený žádný systém nebo rozdělení rozpracované výroby, vstupní materiálu a podobně. Tato aktivita bude v režii pracovníka firmy a zabere mu práci ve výši 14 dnů, tedy nevznikne na tuto aktivitu žádný náklad.

Se skladováním souvisí i návrh na zavedení vnitropodnikového systému. Například *HELIOS Easy Výroba* od firmy HELIOS. Tento balíček je dražší než druhá zmíněná varianta ale lze použít jako celkový vnitropodnikový systém. Vzhledem k tomu že se firma plánuje stěhovat do větší výrobní haly a několikanásobně zvednout produkci, je pouze na místě nad touto budoucností přemýšlet a využít výhod celopodnikového systému.

10 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Ekonomické zhodnocení vybraného návrhu layoutu (layout s nástrojovým hnízdem) není možné bohužel zpracovat s přesnými čísly. Vzhledem k aktuální politické a ekonomické situaci ve světě se firma rozhodla odložit realizaci výstavby nové výrobní haly na neurčito.

Firma výstavbou nové haly plánuje upevnit svoji pozici na trhu, získat nové zákazníky a rozšířit výrobu i používané technologie.

Tabulka 3: Porovnání současné a nové výrobní haly (vlastní zpracování)

	Současná výrobní hala	Nová výrobní hala	Navýšení kapacity [%]
Počet palet v meziskladech	72	234	325
Počet palet ve výrobě	29	0	-
Počet CNC strojů	7	22	314
Prostor pro skladování [m ²]	105	320	305
Prostor pro výrobu [m ²]	581	2103	362

Z Tabulky 3 lze vyčíst, že stanovená kritéria budou v nové výrobní hale navýšena více než třikrát. Počtem palet v meziskladech je myšlena rozpracovaná výroba, která čeká na technickou kontrolu nebo na další proces obrábění. Počet palet ve výrobě je jediné kritérium, které je třeba dostat na minimum, případně eliminovat úplně. Palety s rozpracovanými výrobky, které čekají na další proces obrábění jsou v současné hale často naskládány u strojů. Stejně jako palety s výrobky čekajícími na technickou kontrolu. Tyto palety zásadně zmenšují už tak nedostačující výrobní prostory. V nové hale budou všechny tyto palety v meziskladech. Počet CNC strojů se v návrhu navýšil více jak třikrát. Pro návrh bylo počítáno s nákupem typově stejných strojů, které jsou v současné hale. Velice pravděpodobně se ale budou stroje nakupovat postupně a podle dostupnosti nejmodernějších technologií.

Nynější prostory pro skladování byly velmi nedostačující. Nové sklady by měly pojmout cca 150 palet s novým materiálem a dokončenou výrobou. Není nutné stavět větší sklad, protože veškerá rozpracovaná výroba (234 paletových míst) bude právě v meziskladě. Celkové prostory pro výrobu se zvětší na více než 2000 m².

Podnik od svého založení pravidelně investoval do nových obráběcích strojů. Avšak nové technologie většinou vyžadovaly více místa. Firma při poslední investici do strojového parku musela prodat dvě menší obráběcí centra, aby vytvořila prostor pro jedno velké obráběcí centrum. Aby tedy společnost mohla nadále rozšiřovat výrobu, rozhodla se postavit nové výrobní prostory. I přes nutné investice do výstavby nové výrobní haly lze předpokládat, že se společnosti investice vrátí díky většímu objemu zakázek, které bude schopna zpracovat. Zároveň má firma v plánu současné výrobní prostory pronajímat externímu podniku, což vytvoří pasivní příjem.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navržení layoutu nové výrobní haly pro společnost ACE-TECH s.r.o. Pro vypracování návrhů bylo nutné provést analýzu současného stavu pomocí metod průmyslového inženýrství. Dílčími cíli bylo na základě analýzy současného stavu navrhnout zlepšení pro současnou výrobu.

V teoretické části byla zpracována literární rešerše na téma průmyslového inženýrství, jeho metod, rozmístění pracovišť a tvorbu layoutů. Tato část sloužila jako opora pro vypracování praktické části. Byly zde popsány všechny použité metody a čerpáno bylo z literárních, internetových i databázových zdrojů.

V praktické části byla nejdříve představena společnost ACE-TECH s.r.o. Její historie, charakteristika, organizační uspořádání a portfolio produktů.

V analytické části se práce soustředila na prostorové uspořádání haly, byly zde popsány probíhající procesy skladování a výroby. Dále byly analyzovány materiálové toky pomocí Sankeyova diagramu a procesní analýzy. Bylo zjištěno, že vytížení přepravní trasy vedoucí k technologické kontrole a vnitřnímu skladu je příliš vysoké a z hlediska prostoru naprosto nevyhovující. Z analýzy činnosti pracovníků a strojů byly zjištěny prostoje nepřidávající hodnotu, především při přetypování stroje.

V projektové části byla práce zaměřena na představení projektu a návrh layoutů pro novou výrobní halu. Návrhy byly zhotoveny podle požadavků na mezisklady, lepší materiálový tok a umístění nástrojů. Právě umístění nástrojů bylo hlavním kritériem. Ze dvou návrhů byl vybrán layout s nástrojovým hnízdem. Pro toto rozmístění je nutné vytvořit novou pracovní pozici nástrojáře. Nástrojové hnízdo je umístěné vedle technické kontroly a menšího skladu, čímž je zajištěna spolupráce nástrojáře s technologickou kontrolou a také dodatečné prostory pro skladování větších kusů náradí a měřidel. Zároveň má nástrojář přehled o všech nástrojích a eliminují se tak chyby způsobené špatnými nebo opotřebovanými nástroji. Díky nástrojáři také nemusí operátoři ztrácet čas chystáním pomůcek pro přetypování stroje na další zakázku. To významně sníží čas, kdy stroj nevyrobí.

Celkově se kapacita prostorů pro výrobu zvětší více než třikrát. Firma bude mít dostatek místa pro umístění nových strojů a technologií. Sklad materiálu a hotové výroby i mezisklad navýší svoji kapacitu více než třikrát. Díky tomu bude firma schopná zpracovávat větší množství zakázek. Zároveň firma odstraní nežádoucí palety uskladněné na zemi ve výrobních prostorách. Tyto palety jsou nejen bezpečnostním rizikem ale také hrozí

poškození materiálu například projíždějícím VZV. Zvýšením konkurenceschopnosti firma upevní své místo na trhu a zaujme více potencionálních zákazníků.

V závěru se práce věnuje zhodnocení navrhovaných opatření pro současnou výrobu a ekonomickému zhodnocení nového layoutu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ACE TECH [online], 2006. [cit. 2022-03-07]. Dostupné z: <https://www.ace-tech.cz/>

ARIF UZ-ZAMAN, Kazi a Rezaul HASAN SHUMON, 2010. *Industrial Engineering Techniques and Applications* [online]. International Conference on Mechanical, Industrial and Energy Engineering [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/263065558_Industrial_Engineering_Techniques_and_Applications

ALTMAN, Harry, 2017. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 9781978348684.

BADIRU, Adedeji Bohunde, 2013. *Handbook of industrial and systems engineering*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4665-1505-5.

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.

BEJČKOVÁ, Jana, 2015. *Štíhlá administrativa – základ prosperující společnosti*. Akademie produktivity a inovací [online]. Želečnice: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25773n-stihla-administrativa-zaklad-prosperujici-spolecnosti-2.-cast>

BHASIN, Sanjay a Peter BURCHER, 2006. Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management* [online]. **17**(1) [cit. 2022-04-06]. ISSN 1741-038X. Dostupné z: doi:10.1108/17410380610639506

BHUIYAN, Nadia a Amit BAGHEL, 2005. An overview of continuous improvement: from the past to the present. *Management Decision* [online]. **43**(5) [cit. 2022-04-06]. ISSN 0025-1747. Dostupné z: doi:10.1108/00251740510597761

BURIETA, Ján, 2013. *Metóda 5S – Čisté a usporiadané pracovisko*. Žilina: IPA Slovakia. ISBN 978-80-89667-04-8.

CONSTANZE, Clarke, 2005. *Automotive Production Systems and Standardisation: From Ford to the Case of Mercedes-Benz*. Heidelberg: Physica-Verlag. ISBN 978-3-7908-1628-0.

DEBNÁR, Peter, 2011. Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství. *Úspěch: Produktivita a inovace v souvislostech*. Želečice: Akademie produktivity a inovací, (1). ISSN 1803-5183.

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

Deming "The Man", 2011. *The W. Edwards Deming Institute* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://deming.org/deming-the-man/>

DEMING, W. Edwards, 1986. *Out of the crisis*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study. ISBN 0-911379-01-0.

DLABAČ, Jaroslav, 2015. *Analýza a měření práce*. Akademie produktivity a inovací [online]. Želečice: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

DLABAČ, Jaroslav a Marcel PAVELKA, 2015. Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Želečice: Akademie produktivity a inovací, (3). ISSN 1803-5183.

DOSTÁL, Jiří. Průmysl 4.0 a Společnost 5.0 – výzvy pro změnu (nejen) technického vzdělávání [online]. January, 2017 [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/321781467> Prumysl 40 a Spolecnost 50 - vyzyvy pro zmenu nejen technickeho vzdelavani

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

DURAKOVIC, Benjamin et al., 2018. Lean Manufacturing: Trends and Implementation Issues. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences* [online]. Industrial Engineering, International University of Sarajevo, 6(1) [cit. 2022-04-06]. ISSN 2303-4521. Dostupné z: <http://pen.ius.edu.ba>

GRANRATH, Lorenze, 2017. Japan's Society 5.0: Going Beyond Industry 4.0. Japan Industry News [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.japanindustrynews.com/2017/08/japans-society-5-0-going-beyond-industry-4-0/>

HAMEL, Mark R., 2010. *Kaizen Event Fieldbook: Foundation, Framework, and Standard Work for Effective Events*. Society of Manufacturing Engineers. ISBN 978-0-87263-863-1.

HELIOS: *Přehled balíčků HELIOS Easy* [online], 2022. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.helios.eu/balicky-helios-easy#helios-easy-komplet>

HLAVENKA, Bohumil, 2005. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-2142-871-3.

CHALICE, Robert, 2010. *Improving Healthcare Using Toyota Lean Production Methods: 46 Steps for Improvement*. 2nd ed. Milwaukee: ASQ Quality Press. ISBN 978-0-87389-713-6.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-89401-26-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK, 2017. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 105 s. ISBN 978-80-7454-680-8.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-802-4757-179.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.

KRIŠŤÁK, Josef, 2017. *MOST – Maynard Operation Sequence Technique*. IPA Slovakia [online]. [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/clanok/most-maynard-operation-sequence-technique>

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI. Lidské zdroje. ISBN 80-735-7095-5.

MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.

MAŠÍN, Ivan. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 8090353312.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *TPM: Management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-5-9.

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

MAURER, Robert, 2012. *The Spirit of Kaizen: Creating Lasting Excellence One Small Step at a Time*. McGraw Hill. ISBN 978-0071796187.

MAYNARD, Harold a Kjell ZANDIN, 2001. *Maynard's Industrial Engineering Handbook*. 5th Edition. The McGraw-Hill Companies. ISBN 9780070411029.

MORAN, Sean, 2017. *Process plant layout*. Second edition. Amsterdam: Elsevier. ISBN 978-0-12-803355-5.

PATOČKA, Miroslav, 2013. *OEE a odvozené ukazatele TEEP, PEE, OAE, OPE, OFE, OTE a CTE*. MES center [online]. [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: <http://mescenter.org/cz/clanky/43-oee-a-odvozene-ukazatele-teep-pee-oae-ope-ofe-ote-a-cte>

PLENERT, Gerhard Johannes, 2017. *Discover Excellence: An Overview of the Shingo Model and Its Guiding Principles*. Productivity Press. ISBN 9781138626164.

PRANAV, Dave, 2020. The History of Lean Manufacturing by the view of Toyota-Ford. *International Journal of Scientific and Engineering Research* [online]. **11**(8) [cit. 2022-04-06]. ISSN 2229-5518. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/344460563_The_History_of_Lean_Manufacturing_by_the_view_of_Toyota-Ford

PRECLÍK, Vratislav, 2019. Průmysl 4.0 a jeho základní koncept. *Strojař: časopis Masarykovy akademie práce*. **28**(1). ISSN 1213-0591.

PRINCLÍK, Jan, 2013. *Snímek pracovního dne (Personální audit)*. In: PROexperty [online]. [cit. 2022-04-19]. Dostupné z: <http://theexperts.cz/firemni-vzdelavani/human-resources/56-snimek-pracovniho-dne-personalni-audit>

ROSER, Christoph, 2017. *Visual Management*. All About Lean [online]. [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/visual-management/>

ROTHER, Mike, 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0435-2.

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA, 2009. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2563-2.

Spaghetti Diagram, 2019. Bureau Tromp [online]. [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://bureautromp.nl/spaghetti-diagram/>

ŠIMON, Michal, Jana KLEINOVÁ a Vladimír KOSTELNÝ, 2013. *Racionalizace prostorového uspořádání zefektivní výrobu*. Logistika [online]. [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://logistika.ekonom.cz/c1-59856190-racionalizace-prostoroveho-usporadani-zefektivni-vyrobu>

ŠTŮSEK, Jaromír, 2007. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-534-6.

TAGUE, Nancy R., 2005. *The Quality Toolbox*. 2nd ed. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press. ISBN 0-87389-639-4.

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

WAHAB, Amelia Natasya Abdul, Muriati MUKHTAR a Riza SULAIMAN, 2013. A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology* [online]. 11 [cit. 2022-04-06]. ISSN 22120173. Dostupné z: doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.327

WOMACK, James P. a Daniel JONES, 2017. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society* [online]. 48(11) [cit. 2022-04-06]. ISSN 1476-9360. Dostupné z: <https://doi:10.1057/palgrave.jors.2600967>

WONG, Yu Cheng, Kuan Yew WONG a Anwar ALI, 2009. Key Practice Areas of Lean Manufacturing. *2009 International Association of Computer Science and Information Technology – Spring Conference*. IEEE. ISBN 978-0-7695-3653-8. Dostupné z: doi:10.1109/IACSIT-SC.2009.44

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNC	Computer Numeric Control
CRAFT	Computerized Relative Allocation of Facilities Technique
ERP	Enterprise Resource Planning
GPS	Global Positioning System
KPI	Key Performance Indicator
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
OEE	Overall Equipment Effectiveness
QR	Quick Response
SMED	Single Minute Exchange of Die
TMU	Time Measurement unit
TPS	Toyota Production System
VZV	Vysokozdvížené vozíky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Výstražné značky (Roser, 2017)	24
Obrázek 2: Andon pro vizuální řízení (Roser, 2017).....	25
Obrázek 3: Systematické uložení nožů pomocí stínové metody. (Roser, 2017)	32
Obrázek 4: Tabulka souřadnicové metody (vlastní zpracování)	35
Obrázek 5: Sankeyův diagram (Šimon, Kleinová a Kostelný,2013).....	36
Obrázek 6: Spaghetti diagram (Spaghetti Diagram, 2019).....	37
Obrázek 7: Logo společnosti (interní zdroj společnosti)	42
Obrázek 8: Organizační struktura společnosti ACE-TECH s.r.o. (vlastní zpracování)	45
Obrázek 9: Rozpracovaná výroba vedle stroje téměř blokující přístup k nástrojovému stolu	49
Obrázek 10: Zablokované regály z důvodu nedostatku místa v interním skladu (vlastní zpracování).....	50
Obrázek 11: Označení skladovaných položek (vlastní zpracování)	51
Obrázek 12: Speciální poloautomatická pila na kov (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 13: Jeden z vybraných produktů během kontroly kvality (vlastní zpracování)	53
Obrázek 14: Sankeyův diagram současného stavu (vlastní zpracování)	53
Obrázek 15: Graf analýzy činnosti pracovníka na CNC 3 (vlastní zpracování).....	56
Obrázek 16: Analýza činnosti operátora č. 1 (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 17: Grafy podílu prostojů a činností přidávající hodnotu operátora č. 1 (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 18: Analýza činnosti operátora č. 2 (vlastní zpracování)	58
Obrázek 19: Grafy podílu prostojů a činností přidávající hodnotu operátora č. 2 (vlastní zpracování).....	58
Obrázek 20: Analýza činnosti operátora při přestavbě na CNC 3 (vlastní zpracování)	59
Obrázek 21: Grafy podílu práce operátora a činností přidávající hodnotu při přestavbě na CNC 3 (vlastní zpracování)	60
Obrázek 22: Analýza činnosti stroje CNC 3 (vlastní zpracování).....	60
Obrázek 23: Analýza činnosti stroje CNC 3 během přetypování (vlastní zpracování)	61
Obrázek 24: Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu na CNC 5 (vlastní zpracování).....	62
Obrázek 25: Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu na CNC 4 (vlastní zpracování).....	63
Obrázek 26: Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu na CNC 3 (vlastní zpracování).....	63
Obrázek 27: Jednoduchý grafický návrh nové výrobní haly (vlastní zpracování)	67

Obrázek 28: Návrh layoutu nové výrobní haly s nástrojovým hnízdem (vlastní zpracování)	69
Obrázek 29: Návrh layoutu nové výrobní haly s řadou nástrojových skříní (vlastní zpracování).....	70
Obrázek 30: Cenová nabídka firmy HELIOS (HELIOS, 2022).....	73
Obrázek 31: Cenová nabídka skladového systému LOKiA	73
Obrázek 32: Špinavá dokumentace na stroji (vlastní zpracování).....	74
Obrázek 33: Neuklizené pracoviště během směny (vlastní zpracování)	75

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Slabé a silné stránky podniku z pohledu PI (vlastní zpracování)	46
Tabulka 2: Procesní analýza současného stavu (vlastní zpracování)	55
Tabulka 3: Porovnání současné a nové výrobní haly (vlastní zpracování).....	77

SEZNAM PŘÍLOH

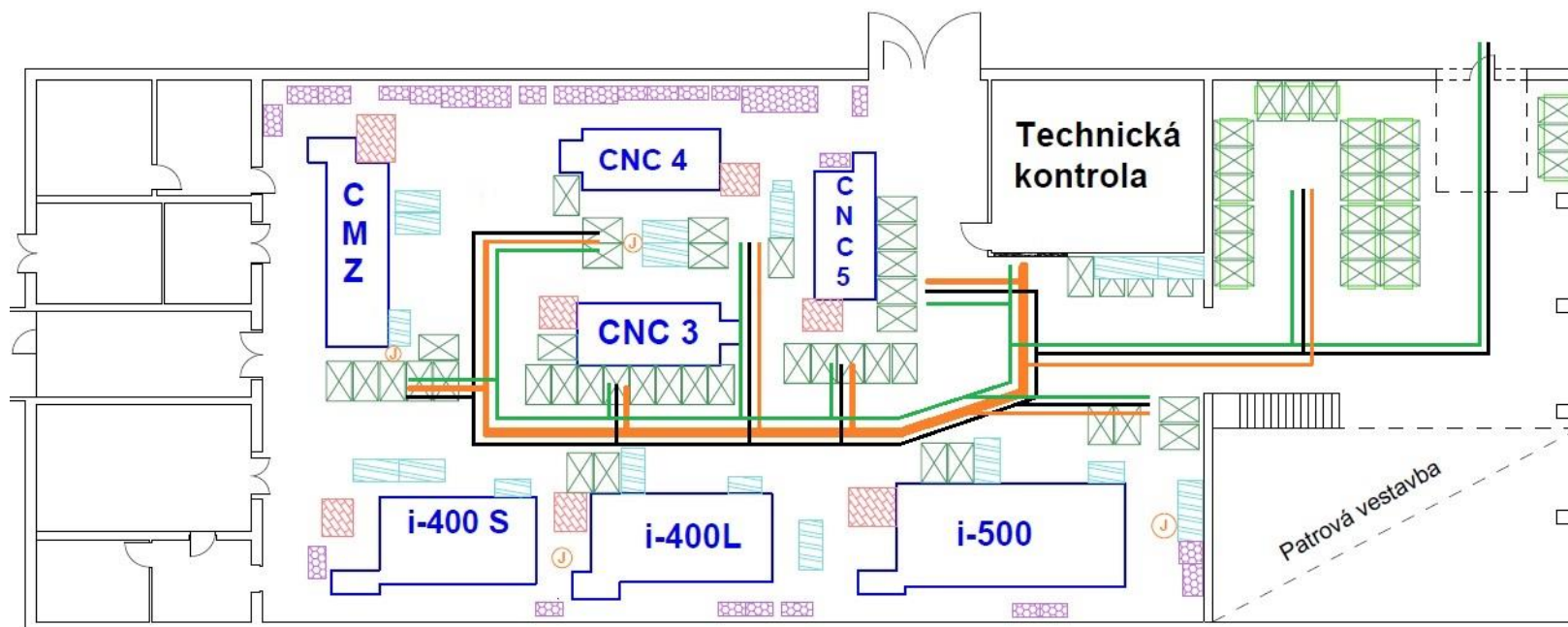
Příloha P I: Sankeyův diagram současného stavu

Příloha P II: Sankeyův diagram návrhu s nástrojovým hnízdem

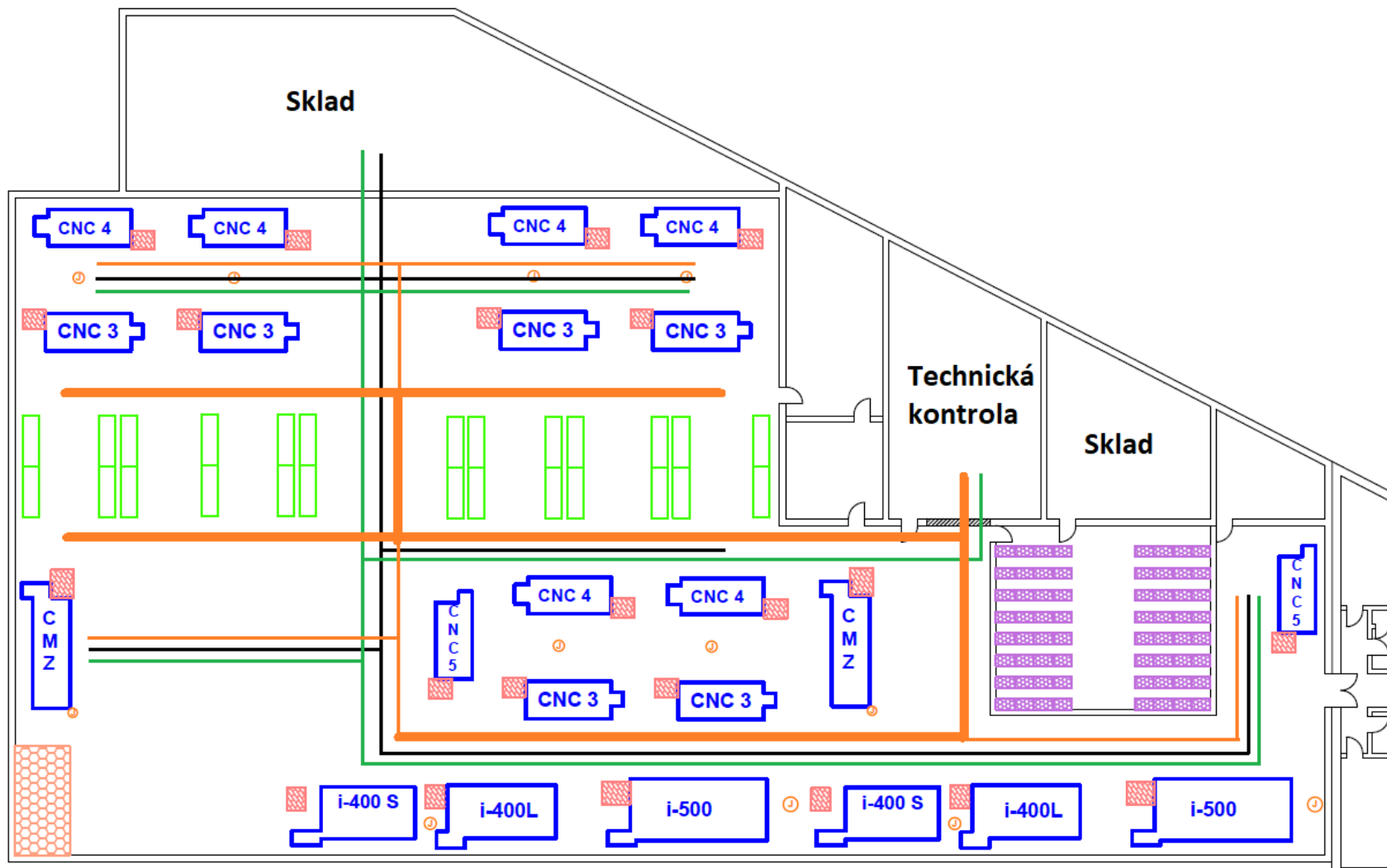
Příloha P III: Sankeyův diagram návrhu s řadou nástrojových skříní

Příloha P IV: Logický rámec projektu

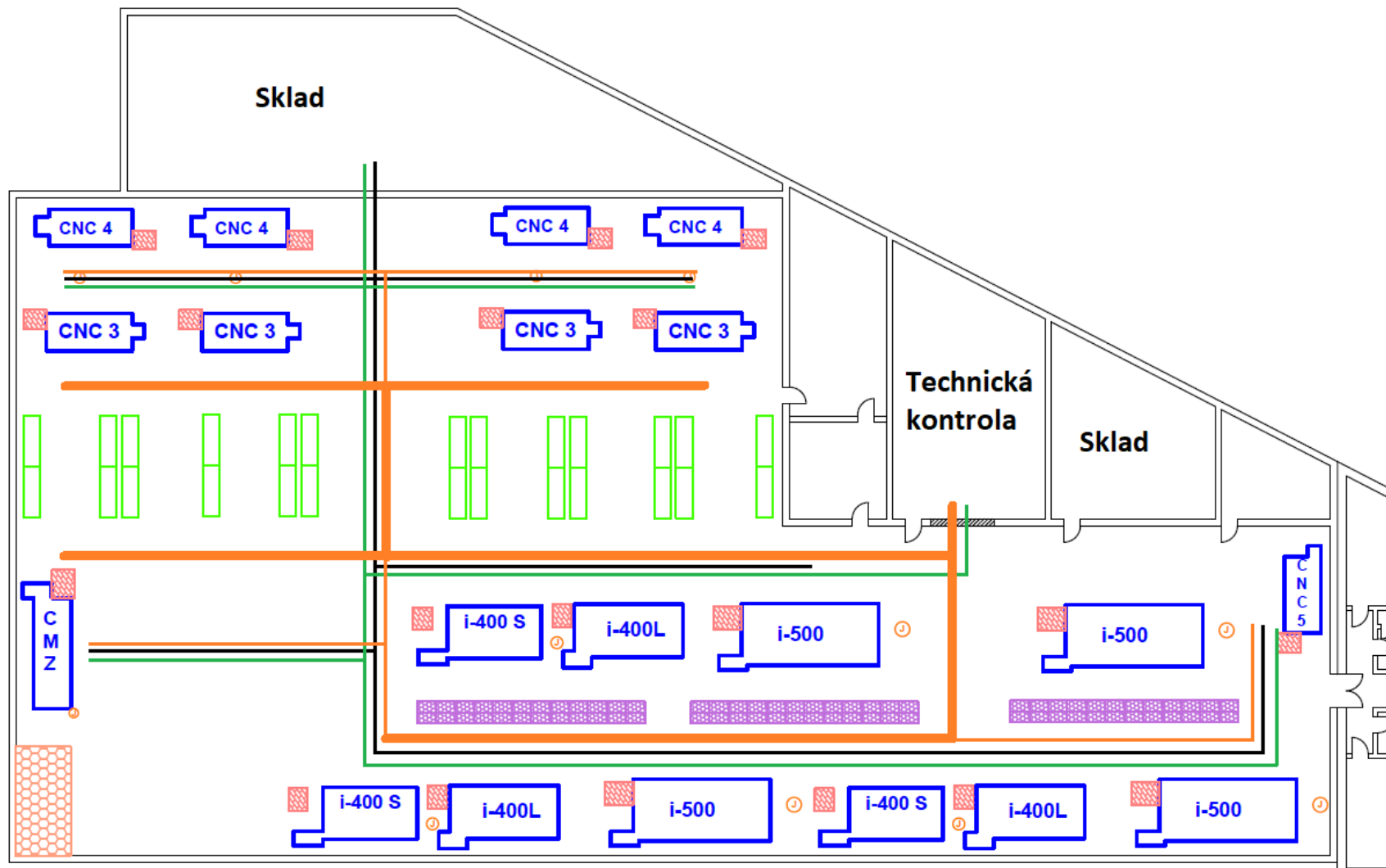
PŘÍLOHA P I: SAYNKEYŮV DIAGRAM SOUČASNÉHO STAVU



PŘÍLOHA P II: SANKEYŮV DIAGRAM NÁVRHU S NÁSTROJOVÝM HNÍZDEM



PŘÍLOHA P III: SANKEYŮV DIAGRAM NÁVRHU S ŘADOU NÁSTROJOVÝCH SKŘÍNÍ



PŘÍLOHA P IV: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

Strom cílů		Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady	
Hlavní cíl	Zvýšení konkurenceschopnosti pomocí přesunu a rozšíření výroby do nové haly	Zvýšení zakázek od současných a nových zákazníků	Počet zakázek	Správné vyhodnocení analyzovaných dat	
Projektový cíl	Návrh layoutu nové výrobní haly společnosti ACE-TECH s.r.o.	Návrh layoutu nové výrobní haly podle umístění nástrojů	Layout dostupný pro vedení firmy		
Výstupy	Analýza současného stavu	Pozorování	Prezentace výsledků analýzy vedení společnosti	Spolupráce operátorů a vedoucího výroby	
		Analýza činnosti pracovníků			
		Analýza činnosti strojů			
		Sankeyův diagram			
	Návrh nového layoutu	Layout výrobních prostor	Schválený návrh vedením společnosti	Softwarové vybavení a programové znalosti	
Aktivity	Pozorování a popis současného stavu výrobních prostor	Prostředky		Dostupnost všech potřebných informací	
		Výkonný ředitel a jednatel	7/2021 Seznámení se s výrobním procesem		
		Vedoucí výroby			
	Metr				
	Analýza současného stavu výrobních prostor	Operátoři	8/2021 Pozorování a popis současného stavu výrobních prostor		Zájem o layout v nové výrobní hale
		MS Office			
		Výsledky analýz			
		Sankeyův diagram			
	Návrh layoutu nových výrobních prostor	Snímek pracovního dne	9/2021 Analýza současného stavu		
		AutoCAD	3/2021 Návrh layoutu		
		Layout výrobních prostor	5/2021 Prezentace projektu		
		Fotografie			