

Optimalizace výrobních procesů v zakázkové výrobě ve vybraném podniku

Bc. Lukáš Hořava

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Lukáš Hořava
Osobní číslo:	T20035
Studijní program:	N0788A270002 Výrobní inženýrství
Specializace:	Stroje a nástroje pro zpracování polymerů a kompozitů
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Optimalizace výrobních procesů v zakázkové výrobě ve vybraném podniku

Zásady pro vypracování

1. Teoretická východiska v oblasti výrobních procesů.
2. Analýza současného stavu v podniku se zaměřením na obráběcí linku.
3. Identifikace kritických míst
4. Návrhy optimalizačních opatření.
5. Zhodnocení navržených opatření, doporučení vybranému podniku

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

Seznam doporučené literatury:

1. Trebuňa P. a kol.: Modelovanie v priemyselnom inžinierstve, TU v Košiciach, Košice, 2015, ISBN 978-80-553-1953-7
2. Trebuňa P. a kol.: Aplikácia vybraných metód modelovania a simulácie v priemyselnom inžinierstve, TU v Košiciach, Košice, 2017, ISBN 978-80-553-2835-5
3. Malindžák D. a kol.: Aplikácia modelovania a simulácie v logistike podniku, TU v Košiciach, Košice, 2009, ISBN 978-80-553-0264-5
4. Yoshimura M.: System Design Optimization for Product Manufacturing, Springer-Verlag, London, 2010, e-ISBN 978-1-84996-008-3

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Peter Pavol Monka, Ph.D.**
TU Košice, Fakulta výrobných technológií so sídlom v Prešove

Datum zadání diplomové práce: **2. ledna 2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

Ing. Martin Bednařík, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 7. února 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Jelikož je na trhu pořád větší konkurence, je nutné zvyšovat produktivitu výroby tak, aby výrobek byl vyroben v co nejkratším čase, s minimálními náklady a odpadem a současně za dodržení minimálně stejné kvality. Potenciálním řešením může být optimalizace procesu výroby za pomoci nástrojů, které jsou uvedeny v teoretické části. V praktické části předkládané práce je nejprve představena společnost KELLNER s.r.o., ve které proběhla optimalizace procesů. Následně práce shrnuje aktuální stav jejich výroby a za pomoci nástroje analýzy a měření práce identifikuje 11 kritických míst výroby (např. nevhodně skladovaný materiál, zdlouhavé transporty, neopatrná manipulace s následným poškozením materiálu). Pro eliminaci slabých míst jsou výstupem navrhnutá optimalizační opatření, včetně kladů a záporů, která byla doporučena zvolenému podniku.

Klíčová slova:

výrobní proces, štíhlá výroba, analýza práce, měření práce, optimalizace procesu, plýtvání.

ABSTRACT

Since, there is still more competition on the market, it is necessary to increase the production's productivity so that the product is created in the shortest possible time, with minimal costs and waste, simultaneously for at least the same quality. A potential solution can be the optimization of the production process using the tools that are presented in the theoretical part.

In the practical part of the presented work, the selected company KELLNER s.r.o. is the firstly presented. Subsequently, the work summarizes the current state of their production and, using analysis and measurement tool, it identifies 11 critical points of production (e.g., improperly stored material, lengthy transports, careless handling with subsequent material damage). To eliminate weak points, the output is proposed optimization measures, including pros and cons approaches, which were recommended to selected company.

Key words:

manufacturing process, lean manufacturing, work analysis, work measurement, process optimization, wasting.

Tímto bych ráda poděkovala prof. Ing. Peterovi Pavolovi Monkovi, Ph.D. za vedení mé diplomové práce, za jeho ochotu a cenné připomínky. Dále bych chtěl poděkovat společnosti KELLNER s. r. o. za poskytnutí informací a dat. Děkuji také vedoucímu výroby, vedení firmy, zaměstnancům firmy a všem kdo mi napomáhal při tvorbě diplomové práce.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VÝROBNÍ PROCES	12
1.1 VÝROBNÍ STUPNĚ	12
1.2 PROCES	12
1.3 VÝROBNÍ PROCES	13
2 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	16
2.1 ANALÝZA PRÁCE	17
2.1.1 Procesní analýza.....	17
2.1.2 Spaghetti diagram.....	19
2.2 MĚŘENÍ PRÁCE	20
2.2.1 Přímé měření	21
2.2.2 Nepřímé měření.....	22
3 ŠTÍHLÁ VÝROBA	24
3.1 HISTORIE ŠTÍHLÉ VÝROBY	24
3.2 ŠTÍHLÝ VÝROBNÍ SYSTÉM.....	25
3.2.1 Zaměření na zákazníka.....	26
3.2.2 Stabilita	29
3.2.3 Vizualní management.....	29
3.2.4 Systém 5S.....	30
3.2.5 TPM – Celková produktivní údržba.....	31
3.2.6 Standardizace	32
3.2.7 Just-in-Case (JIC).....	33
3.2.8 Just-in-Time (JIT)	33
3.2.9 Kanban	34
3.2.10 Jidoka	34
3.2.11 Poka-Yoke.....	35
3.2.12 Kaizen	36
3.2.13 PDCA	38
3.2.14 Hoshin Kanri	40
II PRAKTICKÁ ČÁST	42
4 SPOLEČNOST KELLNER	43
4.1 ORGANIZAČNÍ ČLENĚNÍ SPOLEČNOSTI	44
4.2 ZÁKAZNÍCI	45
4.3 DODAVATELÉ.....	45
4.4 POPIS PRODUKTŮ.....	46
4.5 INFORMAČNÍ SYSTÉMY A SOFTWARE.....	46
4.6 STRATEGIE PODNIKU	46

4.7	CÍLE PODNIKU	47
5	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	48
5.1	OBCHODNÍ ODDĚLENÍ.....	48
5.2	KONSTRUKCE	48
5.3	TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY (TPV)	49
5.3.1	Sklad.....	49
5.3.2	Svařovna.....	50
5.3.3	Obráběcí linka	51
5.3.4	Přehled vyráběných polotovaru.....	57
5.4	VÝROBA (KOMPLETACE)	58
5.5	EXPEDICE	58
5.6	MONTÁŽ A SERVIS.....	59
5.7	ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU NA CNC OBRÁBĚCÍ LINCE.....	59
5.7.1	Snímek pracovního dne + procesní analýza.....	60
6	IDENTIFIKACE KRITICKÝCH MÍST	71
6.1	NEVHODNÉ SKLADOVÁNÍ MATERIÁLU.....	71
6.2	ZAKLÁDÁNÍ DESEK RUČNĚ NEBO JEŘÁBEM.....	71
6.3	NEVHODNÉ SKLADOVÁNÍ MATERIÁLU.....	72
6.4	NEVHODNÉ SKLADOVÁNÍ MATERIÁLU V HALE (NA SOBĚ)	73
6.5	PŘEMÍSTOVÁNÍ DESEK VE VÝROBNÍ HALE	73
6.6	POŠKRÁBÁNÍ DESEK	74
6.7	PRŮHYB DESEK.....	74
6.8	ABSENCE SKLADU POLOTOVARŮ	75
6.9	NEVHODNĚ NASTAVENÁ EVIDENCE PRÁCE	75
6.10	NÍZKÁ SÉRIOVOST	76
7	NÁVRHY OPTIMALIZAČNÍCH OPATŘENÍ.....	77
7.1	ZMĚNA EVIDENCE PRÁCE	77
7.2	VYUŽITÍ VOLNÉHO REGÁLU NA SKLADOVÁNÍ PALET	78
7.3	POŘÍZENÍ REGÁLOVÉHO ZAKLADAČE DRIVER BOX.....	79
7.4	POŘÍZENÍ PALETOVÝCH JEŘÁBOVÝCH VIDLÍ	81
7.5	ZAKOUPENÍ MANIPULAČNÍCH PŘÍSAVEK NA PORTÁLOVÝ JEŘÁB.....	81
7.6	POŘÍZENÍ VÍCE STOJANŮ NA DESKY	83
7.7	SILNĚJŠÍ FOLIE NA DESKY	84
7.8	ROBOT NA SKLÁDÁNÍ DESEK DLE POŽADAVKU	84
7.9	AUTOMATICKÝ SKLADOVÝ SYSTÉM	85

8	ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ, DOPORUČENÍ VYBRÁNÉMU PODNIKU	86
8.1	APLIKACE NA ANALÝZU A MĚŘENÍ DAT	86
8.2	ROZHOVOR S PRACOVNÍKY	86
8.3	ZMĚNA TRANSPORTU MATERIÁLU	87
8.4	ZMĚNA SKLADOVÁNÍ MATERIÁLU	88
8.5	DOKONČENÍ EVIDENCE PRÁCE U CNC STROJE.....	88
8.6	AUTOMATICKÝ SKLADOVACÍ SYSTÉM	89
8.7	ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ.....	90
	ZÁVĚR	96
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	97
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	100
	SEZNAM OBRÁZKŮ	101
	SEZNAM TABULEK	103

ÚVOD

Dnešní doba není pro většinu firem jednoduchá a pro udržení dobré pozice na trhu, je zapotřebí se přizpůsobit novým trendům a jinému myšlení při výrobě. Jelikož je na trhu větší konkurence, snižují se prodejní ceny a jednou z možností, jak si udržet konkurenceschopnost je snižování výrobních nákladů. Optimalizováním stávajících výrobních procesů a hledáním kritických míst, které vedou k činnostem nepřidávající hodnotu, lze snižovat výrobní náklady a tvořit nová příjemnější pracoviště pro zaměstnance. Nelze opomíjet také kladení důrazu na ekologii výroby a dopady na životní prostředí a celý životní cyklus výrobku.

Studie výrobního procesu je prvním důležitým bodem optimalizace výroby. Po nalezení slabých míst v procesu je dalším bodem navrhnutí změn pro eliminaci činností nepřidávající hodnotu. Nejpodstatnějším bodem je optimalizovaný proces dodržovat, dále ho neustále zlepšovat a standardizovat. Jedním ze systémů, který se zabývá standardizací je také štíhlá výroba, známá také jako Toyota Production System, ve zkratce TPS. Celý systém štíhlé výroby je postaven jako takzvaný štíhlý dům. Všechny nástroje štíhlé výroby na sebe navazují a musí se plnit svědomitě, jinak dům spadne i celá myšlenka štíhlé výroby. Štíhlá výroba nejsou jen pravidla, metody a nástroje, ale i filozofie všech zúčastněných chtít zlepšit celý proces. Zpravidla to bývá největší překážka, a je to důvod k spadnutí celé vize. V praktické části diplomové práce je představena společnost KELLNER s.r.o., ve které proběhne optimalizace procesů. Nejprve se analyzuje aktuální stav a poté se identifikují kritická místa. Následně se navrhnou optimalizační opatření, které budou poté podrobně prozkoumány. Po zhodnocení navržených změn, bude doporučeno podniku provést navrhované změny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ PROCES

Výroba je činnost, kde dochází k přeměně vstupů na výstupy. Základním předpokladem jsou výrobní zdroje (činitele). Jsou to vstupy do výroby. Vstupy se přeměňují výrobním procesem a mění se ve výstupy (statky, služby). Za statky jsou označovány fyzické komodity (produkty vyráběné pro spotřebu či směnu) a služby jsou úkony, které uspokojují existující poptávku. Tudíž dochází k transformaci výrobních faktorů na statky či služby. Výroba je hlavní složkou hospodářského procesu, neboť rozdělit a přerozdělit můžeme jen to, co se vyrobilo. Součástí výroby je také výrobní spotřeba. [1]

1.1 Výrobní stupně

Výrobní stupně se dělí na: [1]

- prvovýroba – zemědělská a lesní, těžba nerostů,
- průmyslová výroba,
- služby – obchod, doprava, veřejná správa.

1.2 Proces

Proces je souhrn činností transformujících souhrn vstupů na souhrn výstupů (zboží nebo služeb) pro jiné lidi nebo procesy, používající k tomu lidi nebo nástroje. [2] Proces chápeme jako strukturovaný sled navazujících činností popisujících tok práce – postup tvorby přidané hodnoty – postupující od jednoho pracovníka ke druhému (v případě složitých procesů z jednoho útvaru do druhého), poskytující měřitelnou službu / výrobek internímu nebo externímu zákazníkovi za předpokladu přeměny vstupů na výstupy a využívání zdrojů. [3] V reálném světě existuje více typů procesů, takže se pojem proces používá v praxi v různých významech: [4]

- business proces (proces jako tok činností a práce),
- produkční proces (proces jako tvorba hodnoty, produktu),
- systémový proces (proces jako běh software),
- **výrobní proces (proces jako tvorba produktu),**
- technologický proces (proces jako postup výroby nebo tvorby něčeho),
- chemický proces (proces jako chemický děj),

- termodynamický proces (termodynamický děj),
- biologický proces (jako biologický děj),
- psychický proces.

1.3 Výrobní proces

Funkcí výrobního procesu je tvorba užitkových hodnot a představuje hlavní činnost podniku.

Základní aspekty výrobního podniku jsou: [1]

- výrobní program,
- složitost výrobků,
- účast přírody, člověka a techniky,
- použitá technologie,
- skladba výrobků,
- způsob a míra opakovatelnosti výroby,
- struktura výrobního procesu.

Při zkoumání výrobního procesu, jeho plánování nebo optimalizaci často záleží na tom, na který aspekt výroby se konkrétně zaměřujeme. Rozlišujeme tři hlediska zkoumání výrobního procesu: [1]

- věcné,
- časové,
- prostorové.

Z věcného hlediska se může jednat o: [1]

- výrobní profil – je určen výrobními kapacitami podniku, které udávají, jaký typ výrobků je v možnostech podniku vyrobit,
- výrobní program – konkrétní výrobky, které podnik vyrábí a nabízí na trhu. Výrobní program musí být v podmínkách tržní ekonomiky sestavován zejména na základě výsledků průzkumů trhu, a tedy aby vyhovoval požadavkům zákazníků. Rozhodování o výrobním programu firmy patří do celkové strategie podniku.

Management výroby je pak odpovědný za soulad mezi obchodní strategií a výrobním programem firmy.

Časové hledisko řeší následující faktory řízení výroby: [1]

- časové uspořádání – stanovení časové posloupnosti operací a termíny jejich realizací,
- průběžné doby výroby – plánovaná doba určená na uskutečnění určité části výrobního procesu,
- využití výrobních kapacit – ekonomicky racionálním cílem je úplné využití kapacit, které jsou k dispozici,
- směnnosti – aspekt, který určuje v kolika směnách pracovního dne je výrobní proces dokončen,
- prostoje pracovišť – jakékoliv časové intervaly, během kterých pracoviště nepracují. Nejčastějšími příčinami prostojů jsou nedostatečné plánování výroby, z organizačních nebo z kapacitních důvodů.
- nedokončené výroby – jsou měřené peněžním vyjádřením hodnoty zdrojů, které jsou vázány v nedokončené výrobě. Cílem je minimalizace nedokončené výroby při zachování určité výšky jejich rezerv.

V souvislosti s prostorem a organizací výrobního procesu je potřeba zmínit dva příbuzné aspekty řízení výroby:

- materiálové toky,
- uspořádání pracovišť: [1]
 - s pevnou pozicí výrobku (fixed position) – transformující výrobní zdroje (zařízení) jsou přesouvané dle potřeby na místo výroby, transformované výrobní zdroje (materiál) se nepohybují,
 - technologické uspořádání pracovišť (process layout) – vytváření skupin podobných pracovišť, které nejsou seřazené podle technologických postupů a rozpracované výrobky se pohybují mezi nimi,
 - buňkové uspořádání (cell layout) – pracoviště jsou seskupeny do skupin) a jednotlivé části výrobního procesu jsou uskutečňovány na jednom místě,

- předmětné uspořádání (product layout) – pracoviště jsou seskupeny účelově z hlediska technologického postupu výroby, aby se nedokončené výrobky přesouvali co nejméně.

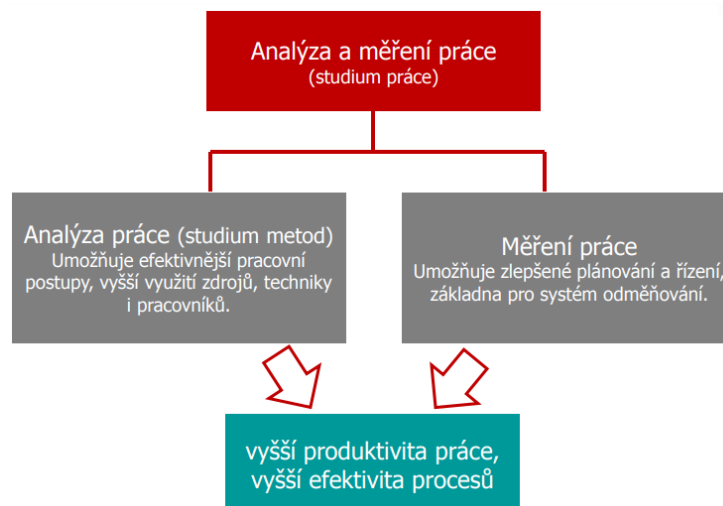
2 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE

Je to jednoduchý a účinný nástroj pro odstranění neefektivnosti a plýtvání v procesech.

Analyzování a měření práce se provádí z důvodu: [5]

- zvyšování produktivity při malých investicích,
- zjištění celkových nákladů na výrobek,
- zjištění potřebného počtu výrobních dělníků,
- zjištění potřebného počtu strojů,
- definování časových norem,
- nastavení plynulého plánování,
- zvyšování bezpečnosti na pracovišti,
- relativně snadné použití a implementace,
- snížení plýtvání.

Dělí se na dvě základní skupiny, které jsou si navzájem důležité. První skupinou je analýza práce, kde můžeme proces analyzovat za pomoci Procesního diagramu nebo Spaghetti diagramu. Druhou skupinou je měření práce, kdy k měření se využívá studie Snímku pracovního dne nebo Snímku operace neboli Chronometrůž [5]



Obr. 1 Diagram analýzy a měření práce [5]

2.1 Analýza práce

Pomáhá pochopit, zlepšit a řídit procesy v organizaci. Je to analýza zaměřená na postup práce od jednoho člověka k druhému, přičemž popisuje vstupy, výstupy a jednotlivé kroky. Může se jednat o analýzu jednoho procesu nebo komplexní analýza všech procesů. Výstupy mohou mít grafickou podobu, ale i slovní nebo jinak strukturovaný popis procesu. Procesní analýza se provádí z důvodu: [6]

- popsání procesu – pracovní náplň, postupy, vývoj,
- řízení a automatizování procesů,
- zlepšení a optimalizování procesu.

2.1.1 Procesní analýza

Slouží k popisu účinnosti a výkonnosti operací obsahující větší podíl přesunů, čekání a překážek. Všechny tyto operace se za pomoci symbolů obr. 2. zapisují do Procesního digramu obr. 3. Účinná při analýze postupu výroby a tvorbě vhodného layoutu.

Obecný postup při procesní analýze: [5]

1. předběžná studie,
2. analýza toku (pohybu) produktu,
3. záznam všech relevantních informací,
4. analýza současného stavu,
5. plán zlepšení,
6. implementace a hodnocení,
7. standardizace.

Symbol	Typ úkonu	Popis
○	Operace	Změna tvaru nebo charakteristik materiálu, polotovaru, produktu.
➔	Transport	Změna umístění materiálu, polotovaru nebo produktu.
▽	Skladování	Plánované shromažďování materiálů, polotovarů, součástí a produktů.
D	Čekání	Neplánované shromažďování materiálů, polotovarů, součástí a produktů.
□	Kontrola množství	
◇	Kontrola kvality	

Obr. 2 Symboly procesní analýzy [5]

č.	Procesní analýza činnost	Typ úkonu					vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků
		operace	transport	kontrola	skladování	čekání			
1	Příjem zboží	○						1	
2	Kontrola			◇				0,5	
3	Skladování				▽				
4	Transport		➔				24		
6	Dělení materiálu	○						10	0,5
7	Kontrola			◇				0,5	
8	Transport		➔				70		
9	Soustružení	○						7,27	0,5
11	Transport		➔				32		
12	Broušení	○						7,27	1
14	Transport		➔				29		
15	Protáhnutí	○						0,94	0,5
16	Jehlení	○						0,35	0,3
17	Kontrola			◇				1,5	
18	Transport		➔				9		
19	Soustružení	○						0,75	1
21	Transport		➔				90		
22	Soustružení	○						3,88	0,5
24	Transport		➔				59		
25	Skladování				▽				
30	Transport		➔				29		
31	Odmaštění	○						0,27	0,5
32	Transport		➔				11		
33	Skladování				▽				
43	Transport		➔				300		
45	Broušení	○						5,31	1
48	Transport		➔				91		
59	Kontrola			◇				2	
60	Balení	○						2,5	1
Celkem: - četnost		11	11	4	3				7,8
- součet časů (min)								44,04	
- vzdálenost (m)						744			

Obr. 3 Příklad procesní analýzy [5]

2.1.2 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram v překladu špagetový diagram je jedním z nejpoužívanějších štíhlých nástrojů ve výrobě a logistice. Připomíná misku se špagety, proto se tak nazývá. Pomáhá odstranit plýtvání vzniklé pohybem a dopravou. Základním účelem špagetového digramu je porozumět aktuálnímu procesu, identifikovat úzká místa v procesu a zvýšit efektivitu odstraněním plýtvání. [7] Je to nástroj pro určení vzdálenosti, kterou urazil obvykle člověk nebo nějaký materiál. Diagram tedy může pomoci, pokud chceme snížit jejich zbytečný pohyb. Většinou se špagetový diagram používá u opakujících se operací v určitém procesu jako například montážní linky, přesun materiálu, pohyb osob v kanceláři atd. Výhodou může být zproduktivnění nebo stejná produktivita při menší námaze. Pozorují se tedy aktivity lidí, které chceme optimalizovat. Pokud je potřeba optimalizovat výrobu u operátora stroje, z důvodu malé efektivity nebo operátor vykonává zbytečný pohyb, je potřeba pozorovat jeho. Pokud je problém v toku materiálu, je potřeba sledovat osobu, která materiál přepravuje. [8]

Postup při vytváření špagetového diagramu: [7]

- Identifikování procesu, který je třeba řešit.
- Sběr potřebných zdrojů (půdorys, barevné značení, stopky atd.).
- Nákres rozložení procesu na papír ve zmenšeném měřítku, aby odpovídalo vzdálenosti mezi každým pracovním bodem, včetně veškerého vybavení, stěn, strojů atd.
- Nákres cesty procesu od začátku do konce a sledování pohybu každého zaměstnance nepřetržitě od začátku do konce procesu.
- Každý pohyb mezi dvěma místy by měl být nakreslen souvislou čarou. Pro každý pohyb používat jiné čáry.
- Používání různých barev tužky nebo fixe k zachycení různých pohybů.
- Měření času nebo vzdálenosti každé cesty.
- Vytvoření nového diagramu zobrazující ideální stav procesu, který zkracuje dobu chůze nebo eliminuje činnosti bez přidané hodnoty.

Špagetový diagram sám o sobě není optimalizační metoda, pouze poskytuje údaje o aktuálním stavu. [8]

Vyhodnocení špagetového diagramu: [7]

- Přezkoumání celkové vzdálenosti a čas procesu.
- Shromáždění názorů a nápadů od konkrétních sledovaných lidí.
- Přesunutí potřebných dílů blíže tam, kde jsou potřeba.
- Identifikování nejdelší cesty a největší čekací doby v procesu a jejich eliminace.
- Pokus automatizovat proces.
- Konzultace se zaměstnanci o změnách po zavedení nového procesu.
- Případná úprava uspořádání.
- Vyhodnocení nového procesu.



Obr. 4 Špagetový diagram [8]

2.2 Měření práce

Hlavním cílem měření práce je určit co nejobjektivnější normu spotřeby času. Měření práce se dělí na přímé a nepřímé měření [5] Je třeba si však uvědomit, že výstup přímého či nepřímého měření ještě není výslednou normou spotřeby času. Vzhledem k tomu, že se jedná o manuální lidskou práci, nikdy nemůžeme za 1 hodinu očekávat 60 minut práce. Je nezbytné k tomu připočítat přírážku na osobní potřeby, abnormality a jiná drobná zdržení. Nejčastěji se přírážka pohybuje mezi 5–10 %. [9]

2.2.1 Přímé měření

Poskytuje informace o době trvání jednotlivých pracovních i nepracovních dějů. Nástroje pro realizace těchto metod jsou: papír, tužka a stopky. Postup vyhotovení kontinuálního sledování: [5]

1. výběr pracovníka,
2. seznámení se s pracovištěm,
3. vymezení sledovaných dějů,
4. stanovení počtu snímku,
5. měření,
6. vyhodnocení snímků.

Kontinuální časové studie pomocí přímého měření: [5]

- snímek pracovní operace – chronometrůž,
- snímek pracovního dne.

2.2.1.1 Snímek pracovní operace – chronometrůž

Zamření na studium pracovní operace nebo cyklu. Stanovení délky trvání určitého pracovního děje. Je to nejpoužívanější způsob pro stanovení výkonových norem. Chronometrůž se dělí na: [5]

- výběrová – měření času vybraných úkonů, zaznamenává se jejich začátek a konec,
- plynulá – Měření všech úkonů s pravidelným sledem i celé operace,
- obkročná – kombinace pracovního snímku dne a plynulé chronometrůže.

Při přímém měření je vždy nutno hodnotit výkon pracovníka, který měření provádí. Při hodnocení se zaměřujeme tedy na subjektivní postoj pracovníka, jeho zkušenosti a práce se stopkami. [5]

2.2.1.2 Snímek pracovního dne

Je to zaměření na využití pracovní doby, organizaci pracoviště a na ztrátové časy. Je to nepřetržité sledování veškeré spotřeby pracovního času v průběhu celé směny. Výhodou je získání podrobných informací o průběhu práce, ale nevýhodou je značná pracnost a časová náročnost. Snímek pracovního dne můžeme provést u jednotlivce, skupiny

nebo celé směny. Při pozorování se vše zaznamenává do pozorovacího listu obr. 5 a poté se to vyhodnocuje. [5]

Pozorovací list						
Firma:					Pozorovatel:	
Datum:					Pozorovaný:	
Směna:					Pracoviště:	
Délka směny:					Stroj:	
Poř. číslo	Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Poznámka
		od	do	čas		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Obr. 5 Pozorovací list

Pracovník může vytvářet i vlastní snímek pracovního dne. Měření provádí tedy sám vykonavatel práce obr. 6. [5]

Činnosti	Počet a spotřeba času v min				
	5	6-10	11-15	16-25	26 a víc
Porady				+++	40
Telefony					
Návštěvy					65
Studium					
Atd.					

Obr. 6 Vlastní pozorovací list [5]

2.2.2 Nepřímé měření

Nepřímé měření neboli systém předem určených časů je rozbor jednotlivých úkonů na základní pohyby, kterým je následně dle náročnosti přiřazen index odpovídající určité

spotřebě času. Při tomto nepřímém měření je naším cílem správně určit typ pohybu, který daný pracovník vykonává, a následně dle náročnosti tohoto pohybu vybrat vhodný index z tabulky. Tento index potom představuje spotřebu času daného pracovního úkonu. Mezi nejpoužívanější systémy patří systém MTM (Methods Time Measurement) a MOST (Maynard Operation Sequence Technique) obr. 7. [9]

Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit	MXI - Přemístit/Spustit	Nástroj	ABP - Položit stranou			
		OP - obecné přemístění	OP		ABP - Položit						
		ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP	ABG - Získat	MXI - Přemístit/Spustit						
		N - Použití nástroje	N		ABP - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou				
		J - Jeřáb	J	ATK - Získat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou				
1	P	Uchopit výrobek vzdálený 1 krok a umístit jej na nástroj	OP	A 3 B 0 G 1 1 1 1 1	A 3 B 0 P 3 1 1 1 1			A 0 1	1	100	
2	O	Upevnit výrobek dvěma otočeními zápěstím	NF	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1	F 6 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1	A 0 1	1	60	
3	P	Upevnit výrobek dvěma rázy zápěstím	NF	A 3 B 0 G 1 1 1 1 1	A 3 B 0 P 1 1 1 1 1	F 6 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	A 0 1	1	160	
6	L	Spustit cyklový čas trvající 29s	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	M 1 X 81 I 0 1 1 1 1			A 0 1	1	840	
8	P	Ukončit cyklus uvolněním páky	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1 1			A 0 1	1	30	
9	O	Uvolnit výrobek dvěma rázy zápěstím	NL	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	L 6 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	A 0 1	1	120	
10	P	Uvolnit výrobek dvěma otočeními zápěstím	NL	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	L 6 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1	A 0 1	1	80	
11	O	Vyjmout hotový výrobek	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1			A 0 1	1	20	
12	O	Očistit výrobek vzduchovou pistolí	NS	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	S 6 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	A 0 1	1	120	
13	P	Odložit hotový kus do přepravky vzdálené 1 krok	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 3 B 0 P 3 1 1 1 1			A 0 1	1	60	
Celková spotřeba času:				0,95		57,19		1590			
				minut		sekund		TMU			

Obr. 7 Ukázka použití systému Basic MOST [9]

3 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlá výroba, známá také jako Toyota Production System, ve zkratce TPS, znamená dělat více za méně času, prostoru, lidského úsilí, strojů a materiálu, a přitom dát zákazníkům to, co chtějí. [10]

3.1 Historie štíhlé výroby

Nové myšlenky, jsou odpovědi na konkrétní problémy. Abychom porozuměli štíhlé výrobě, musíme porozumět systému hromadné výroby, který nahrazuje. [10]

Řemeslná výroba

Dříve u řemeslné výroby byl obvykle majitel i dělník, který prováděl řadu výrobních a opravárenských prací. Jednal také se zákazníky a upravoval výrobu dle specifikací zákazníka. U takové výroby byl výrobek jediný svého druhu. K výrobě se využívali univerzální stroje pro řezání, vrtání a broušení dílů. Objemy výroby byly nízké a za vysoké ceny. Produkt si tedy mohli dovolit pouze bohatí. Henry Ford a Fred Winslow Taylor se tyto problémy snažili překonat. [10]

Hromadná výroba

Frederick Winslow Taylor, manažér slévárny z Philadelphie, položil základy hromadné výroby. Jeho systém byl založen na oddělení plánování výroby. Průmysloví inženýři určovali nejlepší způsob provedení práce a zadávali krátké opakující se úkoly. [10]

Systém Ford

Henry Ford, mladý podnikatel, se pokoušel navrhnout automobil, který by se dal snadno vyrobit a snadno opravit. Jeho cílem bylo standardizovat a zjednodušit výrobní díly pro snadnou montáž, jako například odlitek motoru, který se skládal z jediného složitého bloku. Při montáži každá pracovní skupina provedla jen určitou operaci a šla dál. Problém vznikal v přemísťování montážníků, proto Henry Ford vymyslel montážní linky, kde se pohyboval výrobek. Snížil tím tedy plýtvání času, které vznikalo chůzí montážníků mezi operacemi z hodin na minuty. Výrobní náklady se snížili o dvě třetiny. [10]

Další vývoj podle Alfreda Sloana a General Motor

Založení profesionálního řízení výroby, přiřazení inženýra na každou divizi. Pokrok v řízení výroby, ale začala zbytečná výroba na sklad. Dělníci prováděli pořád stejnou práci dokola jako stroje. To vedlo k velké chybovosti a nespokojenosti zaměstnanců. [10]

Zrození štíhlé výroby

Roku 1950 mladý japonský inženýr Eiji Toyoda navštívil a pozorně zkoumal největší a nejefektivnější továrnu na světě Ford v Detroitu. Spolu s Taiichi Ohno došli k závěru, že existují určité možnosti, jak zlepšit tenhle produkční systém. Toyota Motor Company, kterou jeho firma založila, musela čelit náročným výzvám. Válkou zničená japonská ekonomika bránila investicím a omezovala úvěry. V zemi byl také malý domácí trh, se širokou škálou vozidel. Prezident Toyoty byl nucen propustit čtvrtinu pracovní síly. Japonská vláda s odborovým svazem za takové selhání požadovala odstoupení prezidenta a zbývající zaměstnanci obdrželi dvě záruky. Celoživotní zaměstnání nebo plat dle kvalifikace a služebního věku se všemi bonusy společnosti. Společnost Toyota a zaměstnanci se stali tedy partnery, což vedlo k aktivní podpoře a zájmu iniciovat zlepšení. Byla stanovena nejdůležitější podmínka pro štíhlou výrobu. [10]

Nový koncept Taylor a Ohno

V nadcházejících letech Ohno a jeho tým vyvinuli aktivity, aby plně zapojili členy týmu do zlepšování. Ohno přebíral zkušenosti po Taylorovi v plánování výroby a během následujících třiceti let vyřešil všechny problémy jeden po druhém. Vyloučil nákup strojů jen na jednu operaci, což vedlo k vynalezení rychlé výměně matrice. Ohno také zjistil, že výroba s menšími sériemi vedla k úsporám nákladů, menší chybovosti, zkrácení dodací lhůty a odpadla nutnost skladovat výrobky. Založil divizi Operations Management Consulting Division (OMCD) na podporu Lean myšlení. [10]

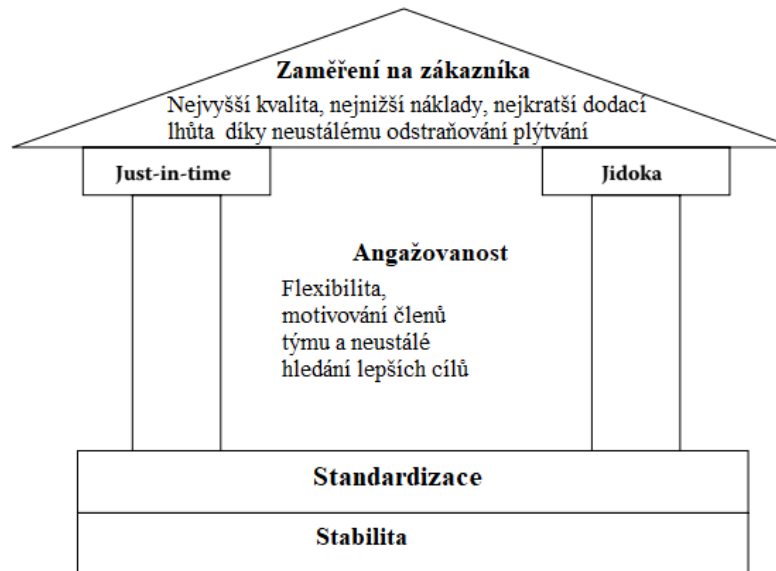
3.2 Štíhlý výrobní systém

Proč štíhlá výroba? Dříve platilo, že společnosti mohly určovat své ceny. K nákladům přičetli ziskovou marži a tím vznikla cena, kterou zákazník uhradil. To už v dnešní době není možné. V dnešní době je cena pevná nebo i klesající, od ní se odečtou náklady a vznikne zisk. Jediný způsob, jak v takovém prostředí zlepšit zisk, je snížit výrobní náklady. Taiichi Ohno vymyslel systém Lean, který byl rozšířen řadou vynikajících praktiků: [10]

- Hiroyuki Hirano: systém 5S,
- Seiichi Nakajima: Totálně produktivní údržba (TPM – Total Productive Maintenance),
- Kenichi Sekine: Nepřetržitý tok (Continuous flow),

- Shigeo Shingo: Jidoka.

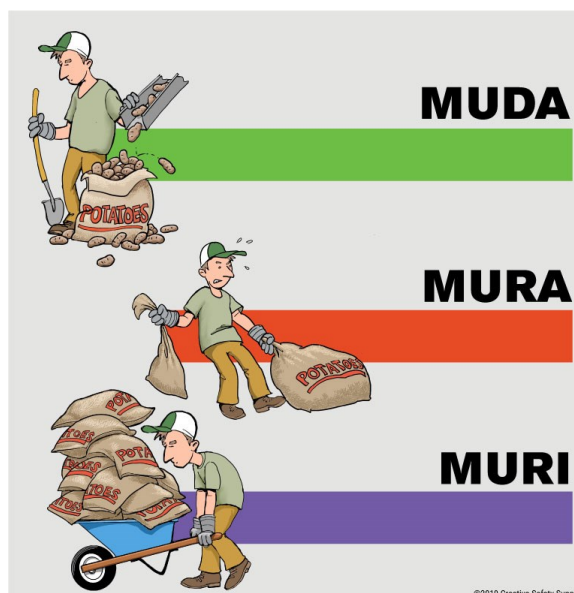
Ukázalo se, že systém Lean je jako celek obtížně pochopitelný, proto vznikl obrázek „Dům štíhlé výroby“ (Obr. 8). [10]



Obr. 8 Dům štíhlé výroby [10]

3.2.1 Zaměření na zákazníka

Hlavním cílem je poskytovat zákazníkovi nejvyšší kvalitu, za co nejnižší cenu a v co nejkratším čase neustálým odstraňováním plýtvání, nerovnoměrností a přetížení, japonsky řečeno Muda, Mura, Muri, značeno také jako 3M obr. 9. [10]



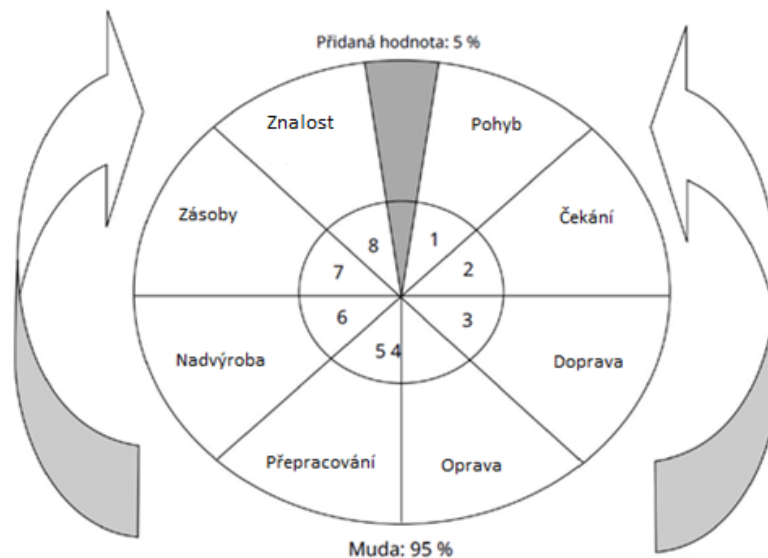
Obr. 9 Muda, Mura, Muri [11]

3.2.1.1 Muda

Muda je nejznámější důležité japonské slovo, které vyjadřuje jakoukoli činnost, za kterou není ochoten zákazník zaplatit. Lidský pohyb lze rozdělit do tří kategorií:

1. Skutečná práce – pohyb, který přidává hodnotu produktu nebo službě.
2. Pomocná práce – pohyb, který podporuje skutečnou práci (vyjmutí nebo usazení dílce do stroje).
3. Muda – pohyb, který neprodukuje žádnou hodnotu (zbytečná chůze, výroba více kusů).

Ve většině operací je 95 % Muda a jen 5 % přidané hodnoty. Existuje osm různých druhů Mudy obr.10. [10]



Obr. 10 Rozdělení plýtvání [10]

Pohyb

Zbytečný lidský pohyb vzniká v souvislosti se špatným rozmístěním strojů a ergonomií pracoviště. Dochází buď ke zbytečné chůzi, opakovanému ohýbání nebo natahování se přes určitou překážku. V důsledku tohoto plýtvání vznikají často i pracovní úrazy. Ergonomie pracoviště je tedy klíčem ke snížení Mudy. [10]

Zpoždění

K plýtvání dochází, když pracovník čeká například na dodání materiálu nebo čeká až stroj opracuje součást. [10]

Doprava

Vzniká při přemísťování velkých sériích nebo velké dávky mezi procesy. Lze omezit menšími sériemi nebo použitím dopravníku. Doprava je nezbytná, ale je nutné ji minimalizovat. [10]

Oprava

Souvisí s výrobou a nutností opravovat vadné výrobky. Zahrnuje materiál, čas a energii potřebnou k výrobě a opravě vad. [10]

Přepracování

Mírná forma plýtvání, která souvisí se zaměřením se na věc, kterou zákazník přímo nežadá. [10]

Zásoby

Uskladňování nepotřebných surovin a dílů. [10] Za fyzické zásoby musí firma platit a riskuje jejich ztrátu ceny a zestárnutí. [12]

Nadvýroba

Nejzávažnější Muda a znamená vyrábět věci, které se neprodávají. Je potřeba je eliminovat, protože je hlavní příčinou předchozích druhů Mudy: [10]

- Pohyb – Pracovníci vyrábí, co si nikdo neobjednal.
- Čekání – Velké velikosti dávek.
- Doprava – Nepotřebné zboží se musí přemístit do skladu.
- Oprava – Pozdější odhalení vadných výrobků.
- Zásoby – Zbytečné suroviny a díly.

Znalost – Nevyužitý lidský potenciál

Muda vzniká tehdy, existují-li rozpory v rámci společnosti. Lidé nejsou motivováni navrhnout zlepšení, brání toku znalostí, nápadů, kreativity a vytvářejí frustraci. [12]

3.2.1.2 Mura

Je nestejnomyšlnost, nerovnoměrnost a nepravidelnost poptávek zákazníka, zásob na skladě, výrobní rychlosti, změn objemu výroby a pracovního rytmu. [13]

Zabránit tomu lze vytvořením systému JIT (Just-in-Time), Kanban nebo Heijunka. [11]

3.2.1.3 Muri

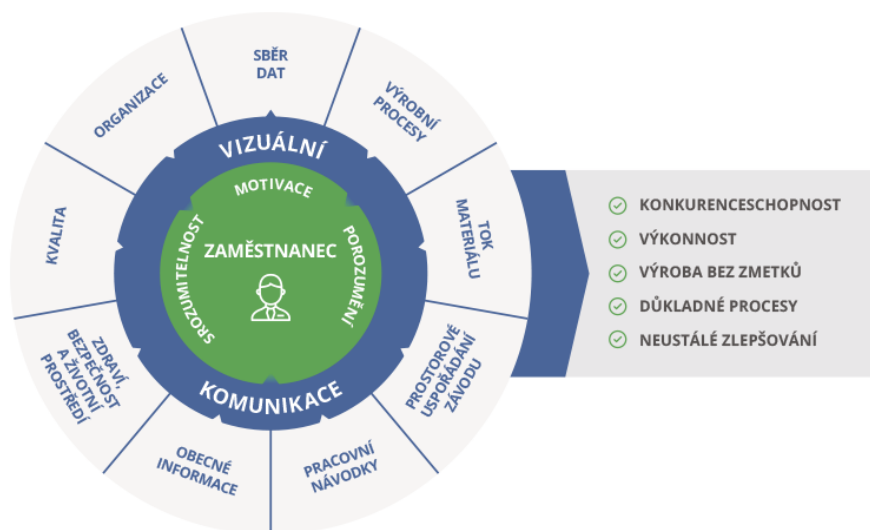
Je přetěžování zdrojů, osob a kapacit. Je to jakékoliv přetěžování, co je příliš obtížné. Práce trvá dlouho, možné zranění při zvedání těžkých břemen, stres, vynechání údržby stroje, velké opotřebení v důsledku mezních výkonů stroje a nástroje, přeložení kamionu nebo překladače a další. [14]

3.2.2 Stabilita

Proces je považován za stabilní, pokud nevychyluje a je vyrovnaný, je takzvaně pod kontrolou. [15] K dosažení stability výroby jsou zapotřebí tři hlavní klíče. Vizuální management, systém 5S a celková produktivní údržba, zkratkou TPM (Total Productive Maintenance). Systém 5S je organizace a standardizace pracoviště, jehož cílem je podpora vizuálního řízení. [10]

3.2.3 Vizuální management

Je to forma komunikace, která odstraňuje vzdálenost komunikace mezi vedením a ostatními úrovněmi pracovníků. Informace nejsou skryté a pro celou společnost. [16] Navrhuje vizuální pracovní prostředí, které jednoduše a přehledně zobrazuje proces výroby celému týmu. Hlavní nástroje vizuálního managementu jsou grafy, tabulky, poznámky a vysvětlivky na dobře viditelném místě, ať už vyvěšené nebo promítané. Používá se pro zobrazení stavu výroby, kontroly, množství zásob a dostupnost stroje nebo linky. [10]



Obr. 11 Vizuální management [16]

3.2.4 Systém 5S

Název 5S vznikl z pěti japonských slov „Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke“. V České republice se zavedlo 5U „Utřídit, Uspořádat, Udržovat pořádek, Určit pravidla, Upevňovat a zlepšovat“. Tyhle slova jsou hlavním vodítkem k eliminaci plýtvání na pracovišti. [17]



Obr. 12 Systém 5S [18]

3.2.4.1 1. krok: Seiri – Utřídit:

Cílem prvního kroku je rozlišit na pracovišti zbytečné od nevyhnutelného. V praxi to je nejtěžší krok. Projít celý podnik, zamyslet se nad věcí, zda je potřebná k výkonu práce nebo ne. Věci, které se používají denně se nechají na pracovišti, méně používaná poblíž pracovišť. Ostatní potřebný materiál se umístí do skladu. Nepoužitelné a zbytečné věci jsou roztrženy do odpadu. [17]

Červené značení

Červené štítky dostane každý člen v týmu a během fáze třídění jimi označuje nepotřebné věci, které se umístí na vyhrazené místo. Po skončení tohoto kroku celý tým diskutuje o věcech, které jsou takhle označeny. [17] Každý z týmu má nárok o věci označené červeným štítkem diskutovat a požádat o jeho odklad k vyloučení. Tímto způsobem je možné uvolnit až 30 % místa a vytvořit tak bezpečné a přehledné pracoviště. [10]

Barevné značení

Při provádění prvního kroku můžeme narazit na věci, které je potřeba opravit, proto je označíme žlutým štítkem a věci, které bychom chtěli přemístit zeleným štítkem, tak aby se na ně při dalších krocích nezapomnělo. [17]

3.2.4.2 2. krok: Seiton – Uspořádat:

V druhém kroku je potřeba uspořádat to co zbývá, aby se minimalizoval zbytečný pohyb a množství materiálu i polotovarů, tedy MUDA. [17] Každý člen týmu dostane mapu v určitém měřítku, kde znázorní svůj pohyb a napíše aktuální potíže, vznikne tím špagetový diagram. [10] Označí se rozložení náradí, přípravků, dokumentace atd., tak aby bylo vše uloženo přehledně. Dále se musíme zabývat množstvím a rozložením palet s materiálem, tak aby ho nebylo přebytek a nepřekážel v pohybu. [17] Navrhnu se změny pro eliminaci, tak aby dávali smysl všem a zkusí se v týdenním provozu. Pokud změny vyhovují, vyznačí se na pracovišti tok a umístění materiálu, pohyb a další. [10]

3.2.4.3 3. krok: Seiso – Udržovat pořádek

Hlavní zásada je, že každý člen týmu udržuje pořádek na svém pracovišti tak, aby další člen pracoval opět v čistém prostředí. Udržuje strojový park v čistotě, hlásí uniky a poruchy stroje okamžitě. [17] Na podporu téhle činnosti je dobré vypracovat kontrolní listy pro kontrolu strojního zařízení a proškolit pracovníky, kteří kontrolu provádí. Vše by mělo v těchto listech být pravidelně zaznamenáváno. [10]

3.2.4.4 4. krok: Seiketsu – Určit pravidla (Standardizovat):

Po dosažení čistého a uspořádaného stavu pracoviště, je nutné zavést standardy, které musí tento stav udržet. Standardy by měly být jednoduché a vizuální. Co je potřeba, jaká četnost, jaký postup, nebezpečné oblasti, ochranné pomůcky, co čistit, co kontrolovat, kdo za to odpovídá a další. [10] Nápis by měly být psané velkým a tučným písmem. Například na pracovní desce obtažení umístění náradí nebo zobrazení na fotografii.

3.2.4.5 5. krok: Shitsuke – Upevňovat a zlepšovat

Poslední krok vyžaduje disciplínu ve snaze udržet a nadále zlepšovat stav pracoviště. Základním kontrolním prvkem jsou pravidelné audity, za účelem vedení zaměstnanců k systematickému pořádku. [17] Pro udržení 5S je důležité: motivace a komunikace s členy týmu, pořádání školení, vyhodnocování např. dle fotografií aktuální stav, odměňování zaměstnanců. [10]

3.2.5 TPM – Celková produktivní údržba

Pro zvýšení kvality a produktivity práce je trendem pořizovat nové technologie. S tímto trendem rostou i nároky na údržbu a starost o zařízení. Proto se zavádí metoda TPM (Total

Productive Maintenance. [19] Je to komplexní přístup k efektivnosti provozu a údržbě zařízení. Jeho cílem je dosažení perfektní výroby a nízkých nákladů provozu. [20] Skládá se z činností, které jsou navrženy tak, aby zabránili poruchám, minimalizovali úpravy, které způsobují ztráty času, zařízení bylo bezpečné a dobře ovladatelné. Provozy, které chtějí zavést štíhlou výrobu, mají většinou nízkou produktivitu stroje a TPM je dobrým nástrojem, jak to změnit. [21] TPM se skládá ze šesti programů: [22]

- samostatná údržba – údržbu provádí obsluha – operátor,
- plánovaná údržba – revizi, diagnostiku provádí údržbář, externí pracovník,
- hladká přejímka – studium a poznání zařízení před instalací a poté okamžitý provoz,
- trénink – vzdělávání všech zaměstnanců, kterých se dotýká TPM,
- zvyšování využití strojů – Omezování ztrát času stroje za pomoci metody SMED, Poka-Yoke a další,
- technické zlepšování strojů – ze zkušeností obsluhy, údržby, konstruktéra a technologa vymyslet relativně rychlé a levné zlepšení zařízení.

3.2.6 Standardizace

Standardizovaná práce je v podstatě příručka: Jak vykonávat práci, kterou v současné době známe co nejbezpečnějším, nejjednodušším a nejefektivnějším způsobem. Neexistuje jeden nejlepší způsob, proto se standardizovaná práce neustále mění. [10]

Standardizovaná práce jsou specifikace, obvykle pro výrobní pracoviště, které zahrnují například: [23]

- pořadí ve kterém se provádějí pracovní kroky,
- normohodiny,
- množství zásob před operací,
- množství zásob po operaci,
- bezpečnostní informace,
- kontrola kvality během sledu operací.

Standardizace poskytuje výhody: [10]

- Stabilita procesu – opakovatelnost, produktivita, kvalita, náklady, dodací termíny, bezpečnost, enviromentální cíle.
- Jasně koncové a počáteční body pro každý proces – stíhá se zakázka nebo je zpoždění.
- Zachovává know-how a odbornost ve firmě v případě ukončení pracovního poměru zkušeného zaměstnance.
- Lze identifikovat a řešit problémy.
- Zapojení zaměstnanců a zavedení poka-yoke.
- Kaizen – Snížení plýtvání a určuje bod, se kterým měříme zlepšení.
- Školení – základ pro standardizovanou práci (předávání znalostí a informací).

3.2.7 Just-in-Case (JIC)

Just-in-Case se zaměřuje na hromadění zásob, je tedy opakem Just-in-Time. Společnosti, které jsou založeny na strategii JIC, drží v rezervě zboží pro případnou poptávku, vyprodání zásob nebo velký nárůst pořizovacích cen. Nejsou ovlivněni zpožděním dodavatelů, nakupují zásoby za velkoobchodní ceny nebo v době, kdy jsou na trhu nejlevnější. Nevýhodou JIC jsou vyšší provozní náklady na skladování přebytečných zásob, finance uložené v zásobách se nedají použít na jinou oblast v podniku, zásoby mohou být zastaralé, pro aktuální trh nevyhovující. [24]

3.2.8 Just-in-Time (JIT)

Je prvním pilířem štíhlého domu. Jedná se o techniku dodání správného množství, ve správný čas, na správné místo. [21] Cílem JIT je vyvážit objem výroby s úrovněmi zásob a zajistit, aby si společnost udržela pouze zásoby, které jsou nezbytné pro krátkodobou práci. Nutné je mít spolehlivé dodavatele, u kterých nedochází k přerušení dodávek a poskytují konzistentní kvalitu. Nevýhodou JIT je, že neočekávané přerušení dodavatelského řetězce nebo zvýšená poptávka má dramatický vliv na celou výrobu. Výhodou je, že odpadají náklady na skladovací prostory, skladníky a nevzniká odpad. Další výhodou je, že podnik může přeměrovat finance za zásoby na jinou oblast. [24]



Obr. 13 Porovnání JIC a JIT [25]

3.2.9 Kanban

Kanban je v japonštině výraz pro oznamovací kartu, štítek, paletu nebo přepravku s informacemi. [26] Metoda je založená na poskytnutí pouze těch součástí ze strany dodavatele, skladu nebo výroby, které jsou zapotřebí, v daném množství a v daném čase tak, aby neexistovaly žádné přebytečné součásti. [27] Kanban je systém tahu a ve výrobě to znamená, že od následujících pracovních operací přicházejí kartičky, na kterých jsou pokyny pro spuštění výroby. Výroba a logistika jsou tak taženy od poslední operace a nikde nevznikají mezi pracovišti meziklady. [28]

Aby systém Kanban pracoval správně, musí se řídit pravidly: [10]

- nikdy neposílat na další operaci vadné kusy,
- poslat přesně určené množství na správné místo,
- dodržovat pořadí kanbanu a neprodukovat více než je určeno,
- stabilizace procesu, za pomoci použití principu Jidoka a Poka-Yoke.

3.2.10 Jidoka

Druhým pilířem je Jidoka. Jedná se o kontrolní techniku, kterou vykonávají stroje, nikoli lidé, za použití techniky jako je Poka-Yoke. [21] Mezi technická řešení, která se velmi často využívají, patří např. instalace dotykových spínačů pro rozpoznání chybějícího materiálu, počítadla pro odpočítávání dávek a podobně. [29] Základem je zastavení procesu, pokud

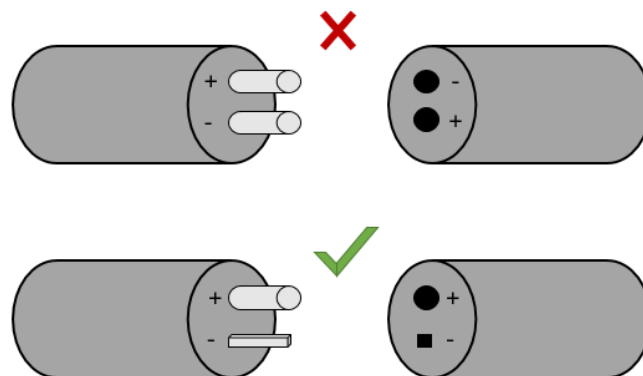
dochází k abnormalitám a zajištění, aby se proces dostal zpět pod kontrolu a už se nikdy neopakovala chyba. [30] Jidoka je opakem JIT. JIT udržuje tok a Jidoka ho zastavuje. Oba pilíře jsou ale důležité a pomáhají vyrábět kvalitnější a levnější díly. [31] Jidoka se řídí pravidly: [10]

- neakceptujte vady,
- nedělejte vady,
- neposouvejte je dál.

3.2.11 Poka-Yoke

Poka-yoke je japonský termín a ve volném překladu znamená “chybě-vzdorný”. Jedná se především o mechanismy ve výrobním prostředí, kterými se snažíme zabránit lidským chybám. Účelem těchto mechanismů je tedy prevence chyb způsobených lidským faktorem. Mechanismy jsou vždy nastaveny, tak že proces lze vykonat jen jedním možným způsobem a výroba je tak preventivně chráněna před možnou zmetkovitostí. Pracovník nemusí myslet nebo dávat pozor na situaci, kde by mohl chybu způsobit. [32] Jednou z možností zejména ve velkosériové výrobě je použití čidel. Pokud pracovník použije nesprávný díl, čidlo detekuje například přítomnost dílu nebo jeho polohu a ohlásí chybu. Obvykle pak následuje i automatické zastavení výrobní linky. [33] Možné druhy lidských chyb: [32]

- zapomětlivost,
- špatné pochopení postupu,
- neznalost,
- nezkušenost.



Obr. 14 Poka-Yoke – pouze jedním způsobem lze zastrčit [32]

3.2.12 Kaizen

Kaizen jako výraz je složený ze dvou slov „kai“ – změna a „zen“ – dobrý neboli lepší. Ve výsledku se dá přeložit jako změna k lepšímu nebo neustálé zlepšování. [34] Aby společnosti byli schopny konkurovat ostatním podnikům, musí se neustále zlepšovat a nezaostávat. [35] Neustálé zlepšování podporuje štihlý proces vytvářením kultury, kde každý pracovník od generálního ředitele po řadového pracovníka hledá způsoby, jak zlepšit společnost. Obecně jsou jednotlivá vylepšení relativně malá, avšak v průběhu času tyto změny vedou k velkým zlepšením. [36] Malé a rychlé Kaizeny jsou také často dobré pro zlepšení morálky mezi zaměstnanci. Kaizen vyžaduje lidskou sílu a čas, než dojde ke skutečnému zlepšení. V Toyotě je na to vyčleněno neskutečné množství lidí, avšak v mnoha jiných společnostech je to úkol pro několik málo lidí, navíc již tak zavalených jinou prací. [35]

Základní zásady systému Kaizen jsou: [37]

- Každému zlepšení, i kdyby bylo jen málo významné, se musí věnovat pozornost.
- Kaizen je otevřený pro každého. Všichni pracovníci mohou participovat na procesu zlepšování.
- Dříve, než se nějaké zlepšení zavede, musí být přesně analyzováno s ohledem na existující stav a možné pozitivní nebo negativní vlivy.
- Kaizen představuje 50 % práce dobrého manažera.
- Management má dva hlavní úkoly – vytvoření a udržování standardů a jejich zlepšování.
- Vyzdvihování úlohy pracovního týmu, podpora participace a iniciativy pracovníků při řešení problémů.
- Řešení hledat pomocí pracovních schůzek týmu pod vedením moderátora. Důležitá je dobrá příprava a vedení schůzky, jakož i výběr témat a zabezpečení prosazení realizace přijatého řešení.
- Informovanost o aktuálním stavu ve výrobě, problémech a podnikových cílech, navigace procesu zlepšování na oblasti, které tvoří omezení, resp. úzká místa v podniku.

- Silná podpora ze strany vedení podniku. Kaizen je postavený na aktivitách zdola, ale vyžaduje silnou podporu shora.
- Vytvoření organizačních předpokladů pro zlepšení možností komunikace mezi pracovníky (konzultační místnosti, návštěvy pracovníků managementu ve výrobě, komunikace v průběhu výroby apod.).
- Motivace pracovníků – spoluúčast na úspěchu. Materiální a finanční ohodnocení dobrých řešení.
- Podpora zlepšení, která se dají rychle vyhodnotit a realizovat a nevyžadují vysoké investice.

Kaizen zahrnuje celou řadu dalších metod a trendů jenž jsou v rámci filosofie využívány:

[34]

- orientace na zákazníka,
- absolutní kontrola kvality,
- robotika,
- kroužky kontroly kvality,
- systém zlepšování návrhů,
- automatizace,
- disciplína na pracovišti,
- kanban,
- absolutní údržba výrobních prostředků,
- zdokonalování kvality,
- JIT,
- aktivity malých skupin,
- dobré vztahy management – zaměstnanci,
- zvyšování produktivity,
- vývoj nových produktů.

Část těchto metod je souhrnně zobrazena na obrázku Kaizen „deštník“.



Obr. 15 Kaizen „deštník“ [34]

3.2.13 PDCA

Demingův cyklus (nazývaný také PLAN-DO-CHECK-ACT cyklus / PDCA cyklus), je klíčovým elementem štíhlé výroby. [38] Zlepšování s využitím jednotlivých fází PDCA cyklu je nesmírně důležité pro Kaizen. Většina společností chce dosáhnout velkých výsledků v krátkém čase a realizovat pouze fáze plánování a provádění, ale ve finále tím ničeho nedosáhnou. Ověřování a reagování jsou nezbytné fáze k zajištění toho, aby vaše zlepšení bylo skutečným zlepšením, nikoli změnou k horšímu. [35]

PDCA se skládá ze čtyř částí:

3.2.13.1 Plan (Plánuj)

První fází PDCA cyklu je naplánování toho, co se bude dělat, co se bude řešit, čím se zabývat a co se musí provést. V závislosti na průběhu projektu se může stát, že některé činnosti budou prováděny opakovaně, dokud se nedosáhne požadovaných výstupů. V souvislosti s tím a v závislosti na projektu jako takovém se může jednat o nejrozsáhlejší fázi celého cyklu. Plánování se drží základních zásad: [39]

- Definujte problémovou oblast: Jakým problémem se budete zabývat?
- Definujte cíl: Čeho chcete dosáhnout?

- Analyzujte situaci: Zkuste pochopit současnou situaci. Mluvte s lidmi, kterých se problém týká. Navštěvujte dané pracoviště a všimněte si věcí kolem sebe. Sbírejte související data a informace.
- Navrhňte řešení: Co by pomohlo vyřešit daný problém?
- Vyberte nejlepší řešení: Ze všech možných návrhů vyberte jeden, který je nejslibnější a měl by mít největší efekt.

3.2.13.2 Do (Realizuj)

Druhá fáze PDCA cyklu zahrnuje testy a implementaci navrhovaných změn, při které je nutno: [38]

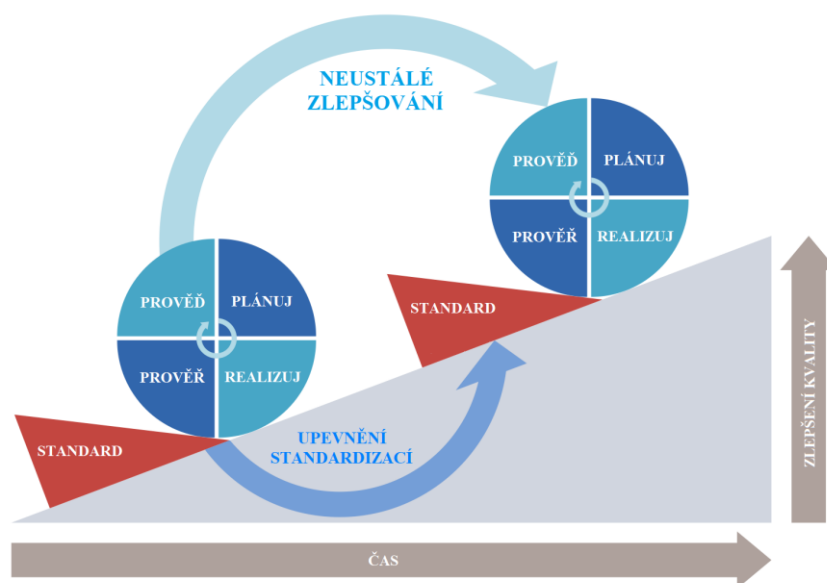
- provádět skutečný test a sběr dat podle plánu,
- užít měřicí techniku a proces, který byl kalibrován a ohodnocen jako stabilní,
- nedělat žádné nedokumentované změny,
- poznamenat všechny neobvyklé události,
- zaznamenat příslušné výsledky,
- zajistit součásti pro další diagnostiku (pokud je to třeba).

3.2.13.3 Check (Prověř)

Fáze ověřování je nejvíce přehlíženou částí PDCA cyklu. Je potřeba zjistit, zda skutečně implementované řešení funguje a zda se dosáhlo svých cílů. Jedná se o velmi vážné otázky, u kterých jsou ve většině případů odpovědi dosti neuspokojivé. Často se totiž management spokojí s pěkně vypadající prezentací a ignoruje realitu. Když bude totiž management dané pracoviště sledovat a kontrolovat, bude docházet k růstu produktivity a kvality, bez ohledu na skutečnou implementaci návrhu. Jakmile se ale pozornost managementu odvrátí jinam, všechno se vrátí do starých kolejí. Je to běžný problém zlepšování, kdy se během realizace projektu zlepšují klíčové indikátory výkonnosti a po projektu se vrátí zpět. Aby byl zlepšovací projekt opravdu funkční, musí být toto zlepšení i stále využíváno. To je podstatou třetí fáze PDCA cyklu. [39]

3.2.13.4 Act (Proved')

Čtvrtá fáze spočívá v rozhodnutí o tom, co se bude dělat dále v závislosti na výsledcích z předchozí fáze. Pokud implementované řešení je nevyhovující, je nutné nalézt příčinu proč vybrané řešení selhalo. V důsledku toho se opět zahajuje nový cyklus fází plánování za účelem nalezení nového nebo lepšího řešení, kterým lze dosáhnout požadovaných cílů. Tím ale práce nekončí. Po vyřešení jednoho problému přichází na řadu řešení dalšího problému a začne se s novým PDCA cyklem. [39]



Obr. 16 PDCA cyklus [40]

3.2.14 Hoshin Kanri

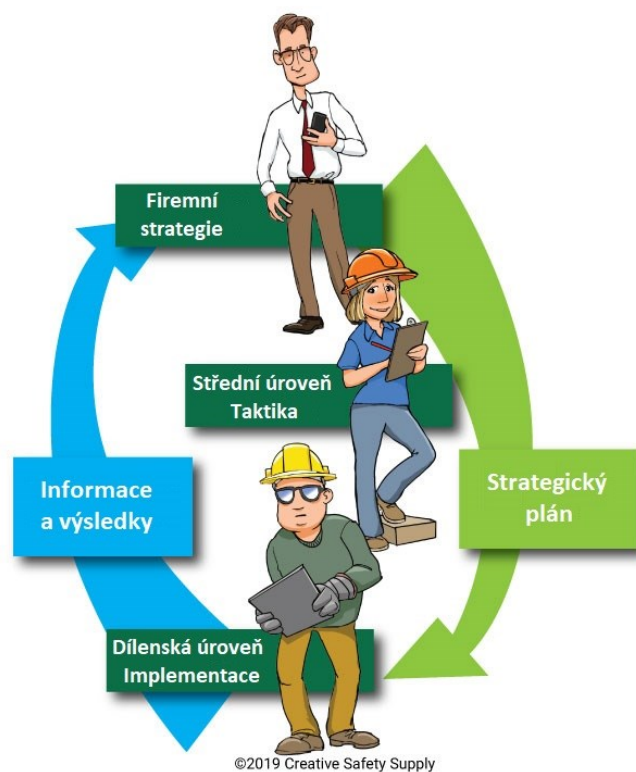
Hoshin Kanri japonsky znamená řízení politiky firmy podle vizí a cílů. Často se překládá jako určování směru. [41] Je to způsob organizace a hledání priorit u hlavních cílů a vizí podniku. Hoshin Kanri je tedy kombinace PDCA se seznamem prioritních úkolů. Manažeři stanovují cíle a implementaci provádějí zaměstnanci. Důležité tedy je, aby každý zúčastněný byl srozuměn s cíli a pochopil je. Hoshin plány jsou často nastaveny na dlouhá časová období jako je rok, ale můžou být nastaveny i na měsíc. Na konci časového období se výsledky porovnávají s cíli a vyhodnocují. [42] Společnost si může dát na seznam Hoshin Kanri například: [43]

- Prostředí: Chránění přírody, omezování odpadů, odstraňování znečištění.
- Rozvoj lidí: Školení, certifikace, rozvoj profesních dovedností.
- Kvalita: Zvyšování kvality, snižování reklamací.

Každý zaměstnanec si může také vytvořit svůj osobní Hoshin Kanri. Takový seznam obsahuje například: [43]

- Učit se: Naučit se nový jazyk, novou dovednost.
- Zdraví: Lépe se stravovat, zhubnout, sportovat.
- Učit jiné: Dělit se o své zkušenosti a dovednosti.

Hoshin Kanri nepomáhá plnit cíle, ale pouze ukazuje, na co se dlouhodobě soustředit. Pro určení prioritního cíle, je lepší mít méně cílů než více. Prioritní problémy se poté musí podrobit PDCA cyklu. [43]



Obr. 17 Hoshin Kanri [42]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 SPOLEČNOST KELLNER

Společnost KELLNER s.r.o. byla založena v roce 1990 jako rodinná firma pod obchodním jménem Ing. Jan Kellner. V roce 2005 byla firma přetransformována na společnost KELLNER s.r.o. a patří mezi stabilní a významné zaměstnavatele v okrese Hodonín. V současné době firma zaměstnává více jak 100 zaměstnanců. Díky dostatečným kapacitám jak v oblasti lidských zdrojů, tak i v oblasti výrobních a skladovacích prostor dokáže firma pružně reagovat na požadavky zákazníků.

Sídlo společnosti je v Žarošicích 357, kde se nachází areál s rekonstruovanými i novými výrobními, skladovými a administrativními budovami s moderními výrobními technologiemi a softwarem Hellios pro řízení výroby a provozu.

Tento areál společně s kvalifikovanými zaměstnanci je základem pro další rozvoj společnosti a jejího výrobního a obchodního potenciálu ve výrobě výrobku z plastických hmot – polypropylénu (PP) a polyetylénu (PE). Jedná se jak o nadzemní a podzemní nádrže, které slouží ke skladování nejrůznějších tekutých a sypkých materiálů, tak i bazénů a ostatních výrobků z plastů. Tyto výrobky se vyvážejí do různých zemí Evropy. Každý výrobek projde výstupní kontrolou, která splňuje normu ČSN EN ISO 9001:2009.

Moderní technologie použité při zpracování jednotlivých komponentů jsou zhodnoceny kvalitním dílenským zpracováním. Celý řetězec výroby je doplněn také šetrným transportem až k odběrateli a následnou montáží a zapojení do provozu.

Jejich posláním je vyrábět kvalitní český výrobek, který uspokojí potřeby každého zákazníka, a to v přijatelných cenách. Vyrábí z kvalitních materiálů uznávaných evropských výrobců. Vysoká kvalita zpracování plastových desek může být doplněna ochranou proti UV záření a folií.

Společnost je na trhu již mnoho let. Za tuto dobu prošla obdobím vývoje a růstu až do dnešní podoby společnosti. Aby mohla uspět v konkurenci ostatních firem, je potřeba reagovat na nové technické a designové trendy, neustálé požadavky na zvyšování kvality a efektivitu výroby. Do této oblasti patří i zavádění, využívání a obsluha CNC strojů v zakázkové výrobě. S jejich využitím bude výroba efektivnější, rychlejší, kvalitnější, méně chybová a méně náročná na další vícepráce. Proto při neustálém navyšování výrobní kapacity a rozšiřování portfolia výrobků je nutné vzdělávat i další zaměstnance, ať nové nebo již pracující ve společnosti delší dobu.

Cílem firmy je zajistit dlouhodobý prorůstový potenciál společnosti, to je další rozšíření portfolia zákazníků a získání většího počtu zakázek u současných zákazníků, a to především zvýšením produktivity práce ve výrobě, montážích, zvýšením kvality výroby, zlepšením a zefektivněním interních procesů. S tím velmi úzce souvisí zvýšení kvalifikace nových zaměstnanců na požadovanou úroveň v oblasti řešení pro frézování v CNC programovatelných aplikacích a s tím související možnost efektivnější, rychlejší a kvalitnější výroby.



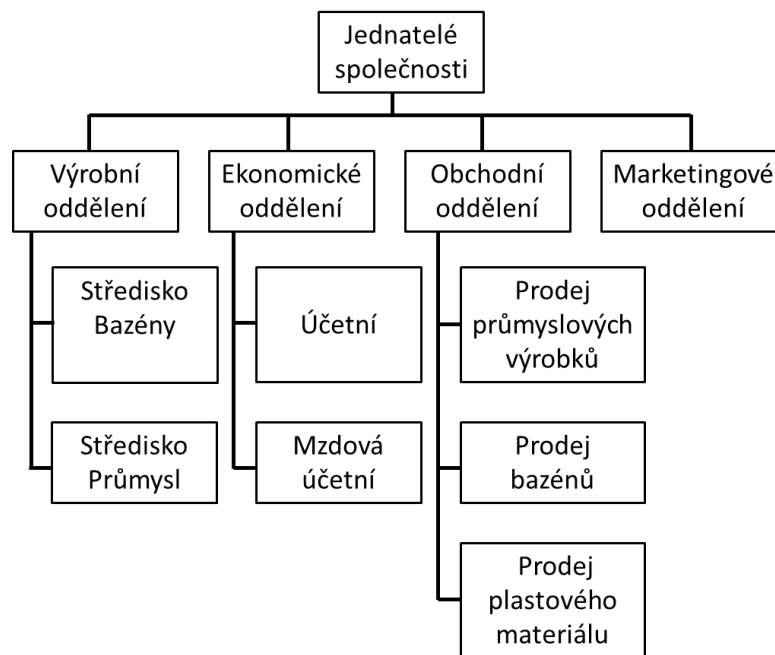
Obr. 18 Letecký pohled na společnost KELLNER CZ s.r.o.

4.1 Organizační členění společnosti

Společnost se dělí na dvě hlavní střediska:

- výrobní středisko průmysl,
- výrobní středisko bazény.

Organizační struktura podniku KELLNER s.r.o. je znázorněna na obrázku 19. Podnik má cca 100 zaměstnanců a k tomu dva jednatele, kteří jsou zároveň majiteli společnosti. Vykonávají veškeré funkce managementu a všichni ostatní pracovníci jsou jim podřízeni.



Obr. 19 Organizační struktura podniku KELLNER s.r.o.

4.2 Zákazníci

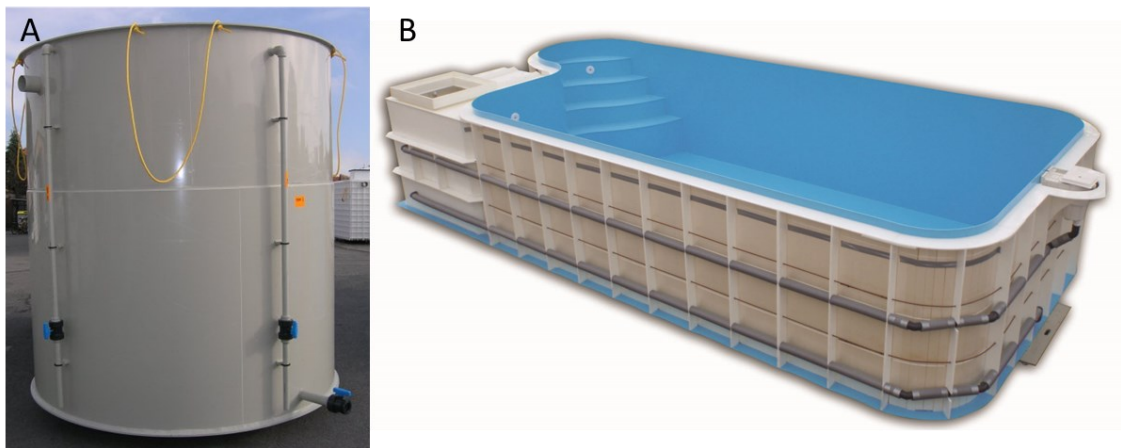
Odběrateli podniku jsou především společnosti různých velikostí – od malých podniků po nadnárodní společnosti, ale také fyzické osoby, jako koncoví zákazníci. Mezi největší odběratele z českých společností patří například ASIO NEW, spol. s.r.o. Velký podíl zahraničních zákazníků jsou rakouské společnosti Goldmann, Fortuna, Grabner Pool, ale také německé společnosti 123Pool, 321 Pool. Specifické jsou Švýcarské společnosti Hercog a Abderhalden, pro které vyrábí přírodní bazény bez chemické úpravy vody.

4.3 Dodavatelé

Výroba je závislá na svých dodavatelích. Jedná se především o společnost IMG BOHEMIA s.r.o a Mepla s.r.o. jež podniku dodávají poptávané druhy plastových desek. Další skupinou dodavatelů jsou Ptáček – velkoobchod, a.s., Astral – bazénové příslušenství s.r.o., VÁGNER POOL s.r.o., Aqua Direct s.r.o., od nichž se nakupuje technologie, potrubí a další spotřební materiál, který je nezbytnou součástí výroby. Společnosti dodává potřebný materiál k výrobě i spousta dalších menších dodavatelů.

4.4 Popis produktů

Společnost produkuje výrobky z plastických hmot – polypropylénu a polyetylénu. Jedná se jak o nadzemní a podzemní nádrže, které slouží ke skladování nejrůznějších tekutých a sypkých materiálů, tak i čistírny odpadních vod pro domácnosti i celé obce. K rekreačním účelům vyrábí rodinné bazény a ochlazovací bazénky k saunám. Tyto výrobky se vyváží i do různých zemí Evropy.



Obr. 20 A) Válcová nadzemní nádrž, B) Skimmerový bazén

4.5 Informační systémy a softwary

Společnost využívá elektronickou poštu a informační systém HELIOS Orange. Tento systém patří mezi nejrozšířenější informační systémy pro středně velké společnosti. Je složen z jednotlivých modulů, které jsou mezi sebou propojeny a přizpůsobeny dle požadavku pro každé oddělení podniku.

Společnost má dále zakoupené licence k programu Solid Edge a AutoCAD, které se využívají zejména v oddělení konstrukce, při tvorbě 3D modelů a výkresů.

Programátor CNC strojů v rámci technické přípravy výroby dále využívá zakoupené programy XilogMaestro a Alphacam.

4.6 Strategie podniku

Posláním podniku je vyrábět kvalitní český výrobek, který uspokojí potřeby každého zákazníka, a to v přijatelných cenách. Aby mohla uspět v konkurenci ostatních firem, je důležité reagovat na nové technické a designové trendy, neustálé požadavky na zvyšování kvality a efektivitu výroby. Do této oblasti patří i zavádění, využívání a obsluha CNC strojů v zakázkové výrobě. S jejich využitím bude výroba efektivnější, rychlejší, kvalitnější, méně

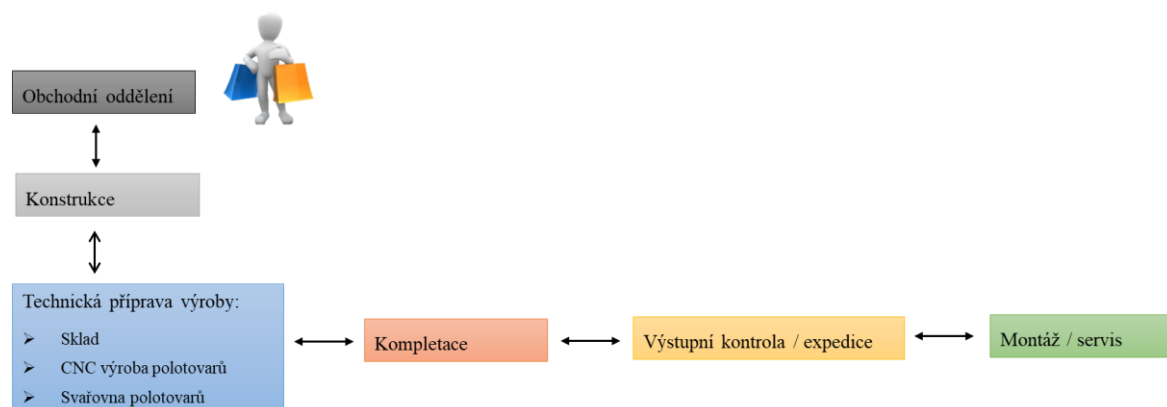
chybová a méně náročná na další vícepráce. Proto při neustálém navyšování výrobní kapacity a rozšiřování portfolia výrobků je nutné vzdělávat i další zaměstnance, ať nové nebo již pracující ve společnosti delší dobu.

4.7 Cíle podniku

Cílem je zajistit dlouhodobý prorůstový potenciál společnosti, to je další rozšíření portfolia zákazníků a získání většího počtu zakázek u současných zákazníků, a to především zvýšením produktivity práce ve výrobě, montážích, zvýšením kvality výroby, zlepšením a zefektivněním interních procesů, zavedení vyšší automatizace. S tím velmi úzce souvisí zvýšení kvalifikace nových zaměstnanců na požadovanou úroveň.

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Společnost Kellner s.r.o. je zaměřena výhradně na zakázkovou tedy kusovou a malosériovou výrobu. Její výrobní sortiment je tedy široký, dle požadavků zákazníků. Schéma celého výrobního procesu od zákazníka až po montáž je znázorněno v Obr. 21. Aby byla zaručena kvalita, jednotlivé složky procesu jsou na sobě závislé.



Obr. 21 Schéma výrobního procesu

5.1 Obchodní oddělení

V podniku začíná vše u zákazníka, který řeší s obchodním zástupcem své požadavky. Ten dále spolupracuje s oddělením konstrukce, kde se vyřeší všechny náležitosti, co se týče výkresové dokumentace a možnosti výroby. Po uzavření smlouvy se zakázka zařadí do plánování výroby.

Obchodní zástupce zajišťuje prodej výrobků, zboží a služeb jednotlivcům, maloobchodním, velkoobchodním společnostem a organizacím. Obchodní zástupce prezentuje nabízené výrobky, působivou formou představí základní informace, zodpovídá dotazy potenciálních zákazníků a jeho hlavním cílem je úspěšně dokončený prodej. [44]

5.2 Konstrukce

Konstruktér úzce spolupracuje s obchodním oddělením a vytváří potřebnou dokumentaci, jako například 3D vizualizace a výkresy, ale také náročnost a možnosti výroby, dle požadavků zákazníka.

5.3 Technická příprava výroby (TPV)

Potřebná dokumentace k výrobě je předána a konzultována s přípravářem a mistrem výroby. Přípravář výroby vytvoří materiálové listy, programy pro CNC, nářezové plány, plány pro svařovnu, skladovou dokumentaci pro vychystání atd.

Takto připravená zakázka je předána do přípravný výroby, kde ji dostane v určeném sledu operací:

- skladník – nákup, vychystání a výdej materiálu na zakázku, prodej
- dělník svařovny – svařování polotovarů na svařovacím pravítku
- obsluha CNC stroje – obrobení polotovarů na CNC stroji

5.3.1 Sklad

Skład se dělí na dvě části:

- Sklad materiálu (Obr. 22 A, B) – ve skladu materiálu je veškerý materiál potřebný k vytvoření hotového výrobku. Z velké části se jedná o plastové desky z polypropylenu, které jsou skladovány na paletách. Dále se skladuje technologické vybavení, jako jsou čerpadla, filtry, dmýchadla a další. Pro montáže se skladují trubky, hadice, spojovací materiály atd.
- Sklad hotových výrobků (Obr. 22 C) – skladují se hotové výrobky připravené pro expedici.



Obr. 22 A) Sklad materiálu, B) Uskladněné palety s materiálem C) Sklad hotových výrobků

5.3.2 Svařovna

Firma KELLNER s.r.o. používá pro svařování na tupo Svařovací pravítko BWM 4200 s dotykovým barevným ovládacím panelem. Všechny nastavení se provádí na tomto dotykovém panelu. Jedná se o stroj řízený procesorem a slouží k svařování desek z termoplastů. Konstrukce umožňuje svařovat jak rovinné plochy, tak i skružované plastové desky. Maximální délka svárů je 4250 mm a minimální průměr skruže od 440 mm. Celý proces svařování probíhá v automatickém cyklu s možností ruční korekce. Celý cyklus stroj zaznamenává a tvoří protokol o svařovaném spoji. Tento protokol lze exportovat přes síť, přenosný disk a nebo ho můžeme ihned vytisknout na termotiskárně, která je součástí stroje. Podle velikosti svařovaného materiálu obsluhuje stroj jeden nebo dva pracovníci. Materiál je vkládán do stroje pod upínací patky na vkládací stoly. Po upnutí materiálu se nastavují časové cykly:

- Orovnání – materiál je tlačěn na topnou lištu a dochází k jeho orovnání. Orovnání se nastavuje dle rovnosti stran svařovaného materiálu a prodlužuje se případně do doby, dokud se neorovná celá svařovaná plocha.
- Ohřev – materiál se prohřívá se sníženým přtlakem na zahřívacím pravítku. Materiál se prohřívá do hloubky. Nastavuje se dle materiálu, tloušťky a délky sváru.
- Spojení – oba svařované díly jsou k sobě nahřátými plochami přitlačeny s dochází k jejich svaření. Současně dochází k přirozenému ochlazení dílů.

Technické parametry stroje:

- Délka stroje: 5800 mm
- Šířka stroje: 2170 mm
- Výška stroje: 1450 mm
- Pracovní délka: 4250 mm
- Minimální tloušťka: 4 mm
- Maximální tloušťka: 40 mm
- Příkon stroje: 8,5 kW
- Maximální pneumatický tlak: 1 MPa



Obr. 23 Svařovací pravítko BWM 4200

5.3.3 Obráběcí linka

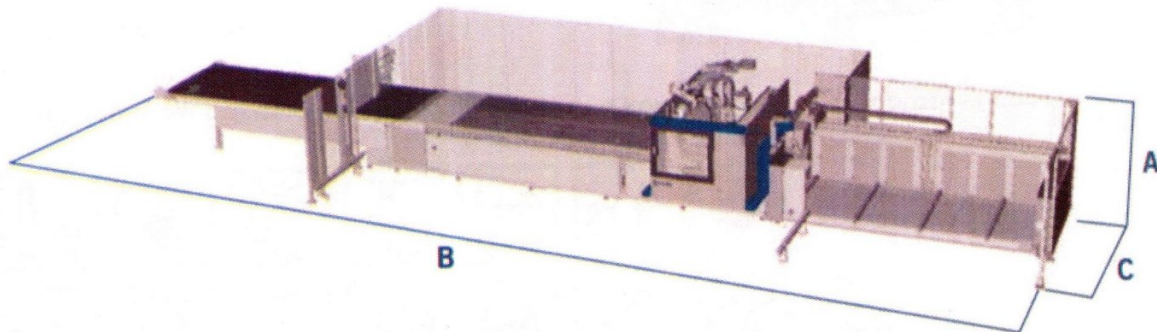
Jelikož vyrábění polotovárů a výrobku bylo prováděno pouze ručním nářadím, jako je ruční fréza, přímočará pila, pokosová pila, kotoučová pila, vrtačka atd., tak se firma Kellner s.r.o. rozhodla pořídit CNC obráběcí linku SCM Morbidelli X200.



Obr. 24 Obráběcí linka SCM Morbidelli X200 [45]

Morbidelli X200 je nový model portálového CNC obráběcího centra určeného zejména pro aplikace rozfrézování plošných materiálů pomocí tzv. NESTING systému. Jedná se o systém, kdy je frézovaný materiál přisáván podtlakem skrze podkladní MDF desku. Základ stroje tvoří masivní ocelový svařenec, který tvoří i nosnou plochu pro pracovní hliníkový rastrový stůl. Nosník se pohybuje v ose X a po nosníku se v ose Y pohybuje obráběcí vřeteno a pracovní hlava. Stroj je vyroben dle CE norem. Hlavní pracovní jednotkou je obráběcí hlava vybavená výkonným frézovacím elektrovřetenem konstruovaným na náročná obrábění rozdílných typů materiálu jako je masivní dřevo,

dřevotřískové desky, překližky, MDF, plastické materiály a slitiny lehkých kovů. Celkově se stroj vyznačuje vysokým výkonem, univerzálností a širokou oblastí využití. [46]



Obr. 25 CNC stroj Morbidelli X200 [45]

A	Výška stroje:	2810 mm
B	Délka stroje:	16700 mm
C	Hloubka stroje:	5000 mm

Pracovní plocha je tvořena multifunkčním hliníkovým pracovním stolem opatřeným v horní části rastrováním. K dispozici je celá řada způsobů upínání – podtlakem, mechanicky, pomocí šablon apod. Hliníkový stůl zaručuje absolutní přesnost v celé pracovní ploše. [46]

Technická specifikace pracovního stolu: [46]

- Rozměry pracovního stolu – rastrový stůl: 4356 x 2216 mm
- Maximální výška obrobku: 150 mm
- Pojezd v osách X-Y-Z: 4808 x 2513 x 390 mm

Specifikace elektrovřetena: [46]

- Plynulé nastavení otáček 1500–24000 ot/min
- Výkon motoru 9,5 kW
- Rotace: Pravá a levá
- Rychloupínací systém nástrojů: HSK 63F
- Kapacita zásobníku nástrojů: 18 pozic
- Maximální průměr nástroje: 160 mm

Pracovní stůl je rozdělen do 8 podtlakových sekcí, které lze samostatně aktivovat z ovládacího panelu. Dynamické otevírání podtlakových sekcí je otevírání a uzavírání jednotlivých sekcí podtlaku, které je řízené dle programu obrábění přímo řídicí jednotkou stroje. Dochází tak k centralizaci potřebného výkonu u podtlaku do místa obrábění. Ve všech zónách je přítomen podtlak od první vývěvy a v zóně, ve které probíhá aktuálně obrábění je soustředěn podtlak od druhé vývěvy. Výsledkem je maximální fixace dílců během obrábění. Integrovaný elektrický rozvaděč a vývěva uložena uvnitř základu stroje minimalizuje počet kabelů a hadic okolo stroje a toto řešení tak přispívá k maximální bezpečnosti obsluhy. Stroj je vybaven podle bezpečnostních CE norem splňující tak přísně bezpečnostní předpisy chránící obsluhu stroje před zraněním. Pracovní hlava a pohyblivý portál jsou zakryty bezpečnostním krytem s polykarbonátovými průhledy na 3 stranách pro možnost vizuální kontroly pracovního prostoru. Boční strany krytu jsou opatřeny vícevrstevnými třásněmi (ochrana proti vystřelení materiálu ven ze stroje). Kryt je z obou stran vybaven bezpečnostními nárazníky, které v případě kontaktu s obsluhou ihned zastaví činnost stroje. Okolo stroje nejsou žádné další ochranné ploty ani fotobuňky. [46]

Hlavní výhody: [46]

- možnost neomezeného pohybu obsluhy kolem stroje,
- žádné ochranné oplocení kolem stroje,
- žádné ochranné fotobuňky před strojem,
- malé zástavbové rozměry,
- žádné kabely za strojem.



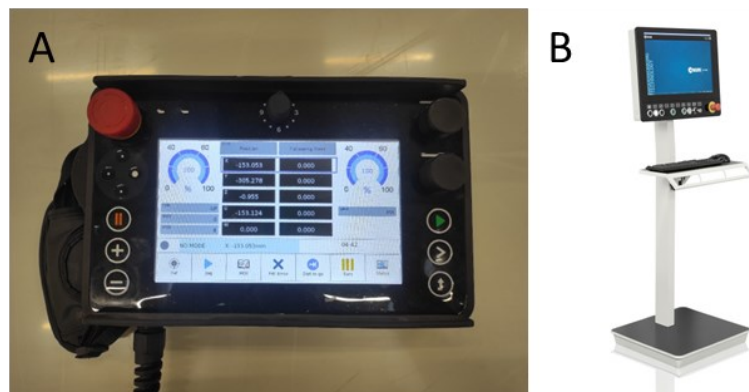
Obr. 26 CNC obráběcí linka ve firmě Kellner s.r.o.

Stroj obsahuje centrální systém automatického mazání řízeného z NC jednotky a vybavené automatickou pumpou a senzory které hlídají hodnotu úrovně množství maziva v zásobníku. CNC jednotka řídí mazání jednotlivých částí stroje dle počtu odpracovaných hodin.

Stroj je vybaven řídicí jednotkou ESA kompletně s PC OFFICE a softwarem MAESTRO pro rychlé vytvoření pracovního programu a řízení stroje obr. 27 A. [46]

Všechny potřebné funkce k řízení stroje, jsou dostupné v multifunkčním ovladači obr. 27 B. Ovladač slouží obsluze stroje pro rychlý přístup k hlavním funkcím jako: [46]

- plynulé zrychlení/zpomalení rychlosti posuvu,
- manuální pohyb os X-Y-Z,
- uvolnění/upnutí nástroje,
- bezpečnostní STOP tlačítko,
- zvednutí odsávacího koše okolo elektrovřetene.



Obr. 27 A) Multifunkční ovladač stroje, B) Ovládací panel stroje [45]

Odsávání pilin, špon a drobných kusů odpadu z frézovaného materiálu je řešeno centrálně do odsávací jednotky. Od jednotlivých agregátů stroje je vyvedeno nahoru potrubí nad stroj, kde je sloučeno do výstupního odsávacího hrdla. Přívody od jednotlivých agregátů jsou opatřeny pneumatickými klapkami, které se automaticky aktivují dle toho, zda je příslušný agregát v činnosti či nikoliv. Vertikální polohování odsávacího koše okolo celé hlavy je automaticky řízené z CNC jednotky dle pracovního programu nebo s možností ručního nastavení 4 vertikálních pozic. Ofukování nástroje tlakovým vzduchem prodlužuje jeho životnost a zlepšuje odvod třísek. Dotyková sonda pro automatické měření nástroje je určena pro automatické měření délky nástrojů. Obsluha stroje pouze označí, které nástroje

mají být změřeny a stroj automaticky jednotlivé nástroje změří a jejich přesnou hodnotu zapíše do tabulky nástrojů. Stroj je vybaven samostatnou pilovou jednotkou s pneumatickým otáčením 0-90° v ose X a Y. Jednotka je osazena z boku na vrtací hlavě a má samostatný pneumatický zdvih. Jednotku lze použít jak pro drážkování, tak i pro řezání materiálu. [46]

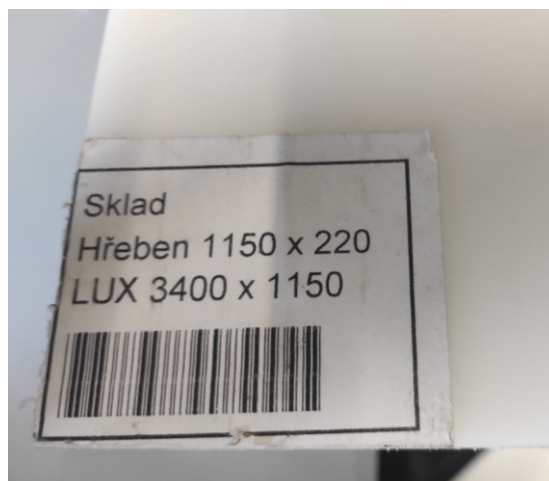
Technická specifikace pilové jednotky: [46]

- Otáčky: 3000 ot/min
- Příkon motoru: 2,2 kW
- Průměr pilového kotouče: 160 mm
- Maximální prořez: 45 mm
- Upínací průměr: 35 mm

Vrtací hlava obsahuje 16 vertikálních vřeten na vrtáky: [46]

- Rozteč vrtáků: 32 mm
- Maximální otáčky: 8000 ot/min
- Příkon motoru: 2,2 kW
- Zdvih: 60 mm

System nakládání a vykládání probíhá na stroji automaticky. Vstupní hydraulická plošina je na pravé straně stroje a umísťují se na ní balíky s deskami, které jsou poté postupně natahované do prostoru stroje za pomoci přísavky. Na zakládací plošině stroje je umístěný pojezdový suport, na kterém je umístěna tiskárna štítků s automatickým pozicionérem štítků. Štítky jsou umísťovány na formát desky před jeho zavedením do stroje. Zcela tak odpadá časová náročnost obsluhy na výstup stroje s polepem štítků a odpadá také chybovost obsluhy. Po dokončení obrábění výtlačná lišta vytlačí všechny dílce mimo pracovní stůl na pásový dopravník. Za výtlačnou lištou je umístěná po celé délce odsávací hubice, která zároveň vysává a tím i čistí pracovní plochu pro další operace. Pásový dopravník je vybaven fotobuňkou pro bezpečné zastavení. Díly lze vysunout za pomoci ručního tlačítka na další pomocný stůl. [46]



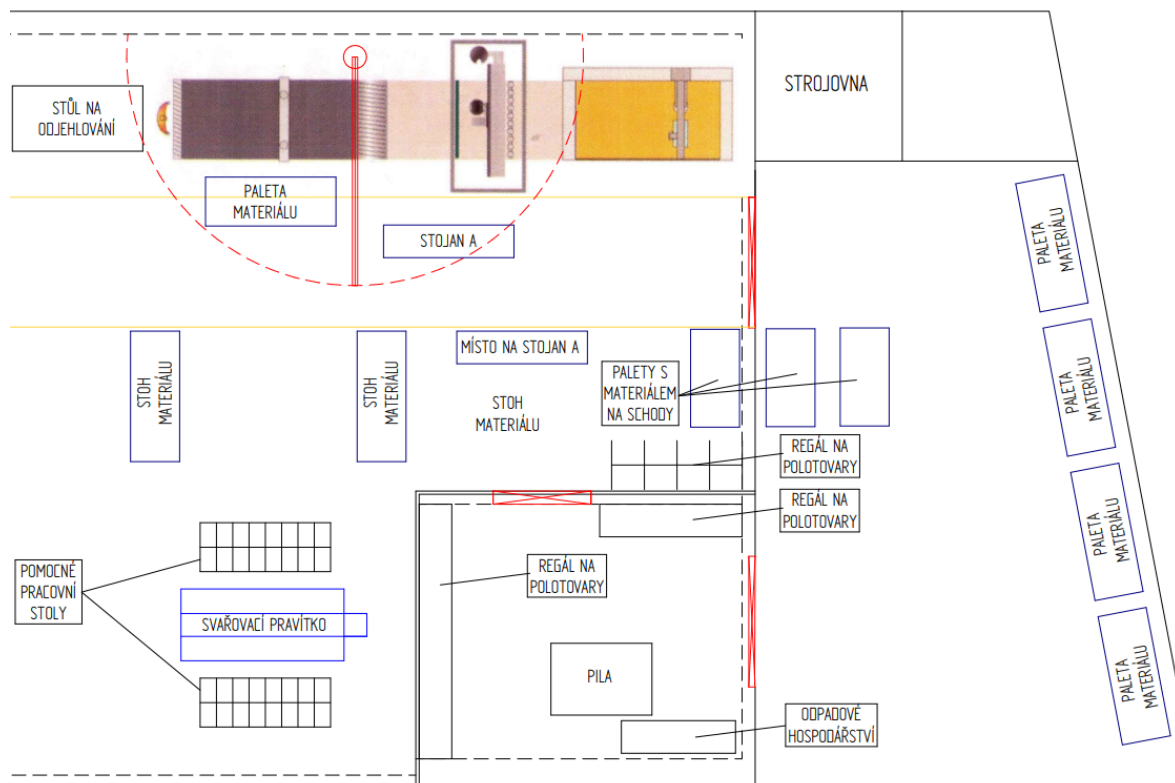
Obr. 28 Vytisknutý a nalepený štítek z CNC na polotovaru



Obr. 29 Hotové polotovary z CNC obráběcí linky

Technické specifikace základací plošiny: [46]

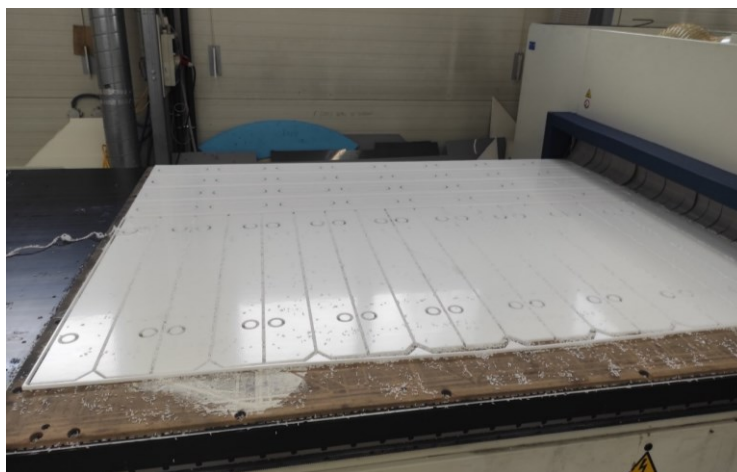
- Rozměr vstupní hydraulické plošiny: 2200 x 4398 mm
- Min. rozměr desek: 1600 x 900 x 5 mm
- Max. tloušťka stěny: 30 mm
- Max. hmotnost balíku desek: 4000 kg
- Max. výška balíku desek: 700 mm



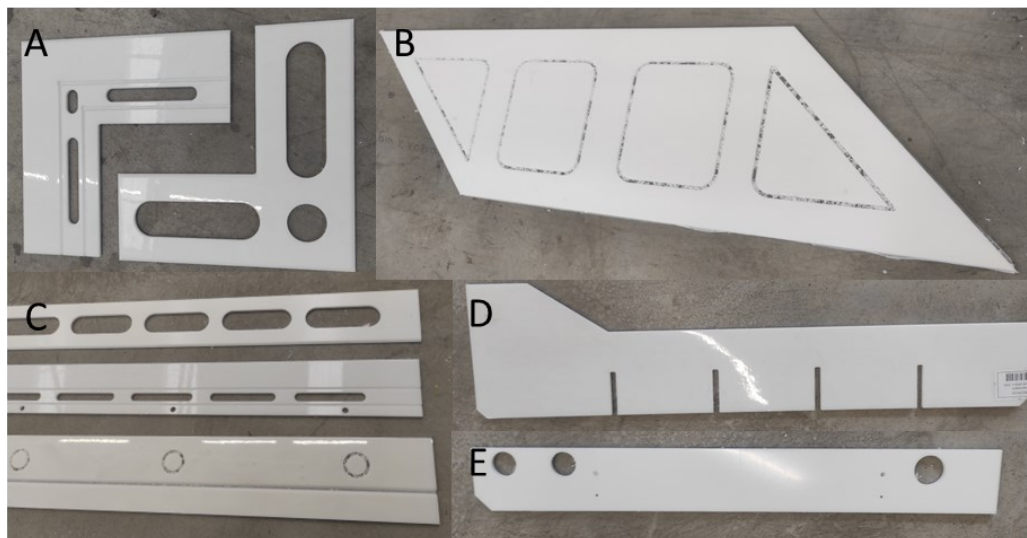
Obr. 30 Layout přípravy výroby

5.3.4 Přehled vyráběných polotovarů

Polotovary jsou z velké části vyráběné z konstrukčních materiálů a vyrábí se na sklad. Ze skladu jsou poté vydány dle výkresové dokumentace do výroby. Přehled polotovarů je na obr. 32.



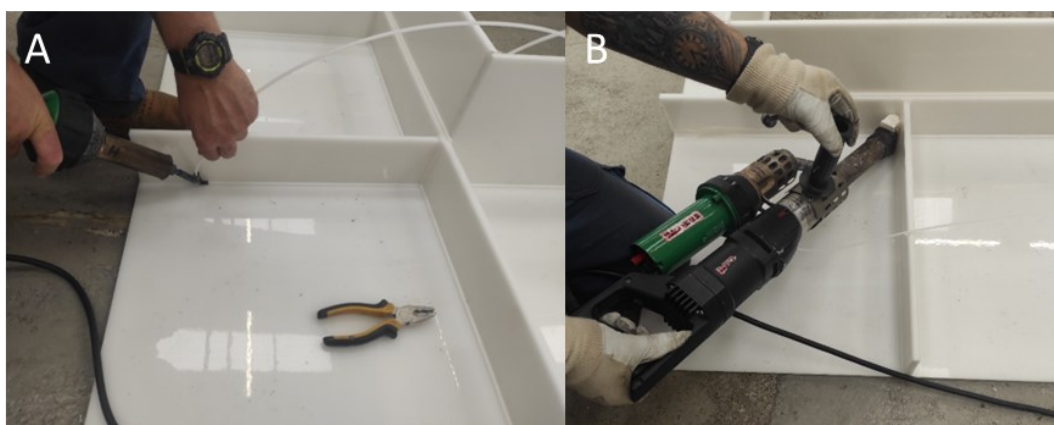
Obr. 31 Výroba polotovarů na CNC obráběcí lince



Obr. 32 Polotovary A) Roh přelivného žlabu, B) Výztuha pod sedací lavici, C) Přelivné žlaby D) Hřeben knihovny E) Výztuha skeletu bazénu

5.4 Výroba (kompletace)

Z přípravné výroby polotovary putují do kompletace, kde se výrobky svařují za pomoci horkovzdušné svářecí pistole a svářecího extrudéru v konečný produkt. Na celou výrobu dohlíží mistr výroby, který zadává výrobu, kontroluje kvalitu, plýtvání časem a celkovou funkčnost dílny.



Obr. 33 Kompletace dílu pomocí A) horkovzdušné svářecí pistole, B) extrudéru

5.5 Expedice

Po dokončení kompletace nastává výstupní kontrola a expedice. Při výstupní kontrole se kontrolují zejména správné rozměry výrobku, dodržení výkresové dokumentace, technologické vstrojení, tlakové zkoušky a splnění všech parametrů dle smlouvy. Expedice má na starost vyskladnění výrobku ze skladu a jeho připravení na dopravu. Dále zajišťuje

všechny potřebné dokumenty pro dopravce a provádí nakládku samotného výrobku a veškerého jeho příslušenství.



Obr. 34 A) Transport hotového výrobku na sklad, B) Nakládka hotového výrobku

5.6 Montáž a servis

Společnost nabízí svým zákazníkům, také montážní a servisní úkony. Oddělení montáže má svého vedoucího, který koordinuje montážní skupiny a zajišťuje jim veškerou potřebnou dokumentaci.

5.7 Analýza výrobního procesu na CNC obráběcí lince

Jelikož se skladba polotovarů vyráběných na CNC pořád zvyšuje a z důvodu vytíženosti se nakonec vyrábí ručně za pomoci ruční frézy, vedení firmy chce procesy výroby na CNC urychlit. Z toho důvodu se diplomová práce zabývá analýzou právě úseku výroby polotovaru na CNC obráběcí lince.

Obsluha CNC se řídí určenou frontou práce zakázek, přičemž každá zakázka má vytvořenou průvodku výroby. Průvodka výroby obsahuje číslo zakázky s čárovým kódem, název výrobku, jaké množství a jaký druh materiálu má být použitý. Obsluha CNC má k dispozici složku s CNC programy, ve které jsou složky pojmenované dle čísla a názvu zakázky. Ve složce zakázky jsou všechny potřebné CNC programy pro splnění průvodky. Všechny programy jsou předem připravené z přípravy výroby, obsluha jen kontroluje správně nastavené parametry stroje a provádí kontrolu se simulací. Pracovník také zodpovídá za údržbu a pořádek při své směně. Na konci 8. hodinové směny je určeno 30 minut na servisní úkony, úklid pracoviště a připravení stroje na další směnu.

5.7.1 Snímek pracovního dne + procesní analýza

V první etapě jsem si připravil pozorovací list, který budu dále využívat při pozorování jednotlivců na určitých pracovištích. Pro pozorování jsem si určil vždy jednoho zaměstnance a pozorování proběhlo během jedné směny. Pozorování bylo provedeno u:

- CNC obráběcí linka zaměstnanec A,
- CNC obráběcí linka zaměstnanec B,

Metodika pozorování obou pracovníků A, B byla shodná. Pozorování probíhalo od začátku směny a všechny měření a činnosti byly zapsány do připraveného formuláře. Ze snímku pracovního dne lze vyhodnotit, které činnosti přidávají hodnotu, které ji nepřidávají a které ji nepřidávají, ale jsou nezbytně nutné. Následně jsou data z tabulek zaneseny do grafu pro lepší orientaci.

Při pozorování výroby skeletu je provedena u obou pracovníků také procesní analýza. Vzdálenost je zaokrouhlena na celé metry a doba trvání na celé minuty.

5.7.1.1 Pracovník A

První pracovní snímek probíhal na pracovišti CNC obráběcí linky u pracovníka A. Všechny naměřené a vypočítané údaje pracovníka A z formuláře jsou zaneseny v tabulce 1 a v tabulce 2.

Tabulka 1 Snímek pracovního dne zaměstnance A

Poř. číslo	Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Název spotřeby času	Zařazení činnosti
		od	do	čas			
1	6:00		6:00			Začátek směny	
2	6:05	6:00	6:05	0:05	TE1	Určení fronty práce ve spolupráci s mistrem výroby	NN
3	6:25	6:05	6:25	0:20	TE2	Uvedení stroje do provozu	NN
4	6:40	6:25	6:40	0:15	P1	Práce na vlastním pracovišti	P
5	6:48	6:40	6:48	0:08	KK1	Odchod z pracoviště – komunikace s kolegou	N
6	7:03	6:48	7:03	0:15	MK1	Příprava materiálu + kontrola programu	N
7	8:59	7:03	8:59	1:56	P2	Práce na vlastním pracovišti	P
8	10:56	8:59	10:56	1:57	P3	Práce na vlastním pracovišti	P
9	11:00	10:56	11:00	0:04	KK2	Odchod z pracoviště – komunikace s kolegou	N
10	11:30	11:00	11:30	0:30	PŘ	Přestávka	N
11	11:34	11:30	11:34	0:04	KK3	Odchod z pracoviště – komunikace s kolegou	N
12	11:48	11:34	11:48	0:14	MK2	Příprava materiálu + kontrola programu	N
13	11:59	11:48	11:59	0:11	P4	Práce na vlastním pracovišti	P
14	12:02	11:59	12:02	0:03	MK3	Příprava materiálu + kontrola programu	N
15	12:14	12:02	12:14	0:12	P5	Práce na vlastním pracovišti	P
16	12:20	12:14	12:20	0:06	MK4	Příprava materiálu + kontrola programu	N
17	12:32	12:20	12:32	0:12	P6	Práce na vlastním pracovišti	P
18	12:39	12:32	12:39	0:07	MK5	Příprava materiálu + kontrola programu	N
19	12:53	12:39	12:53	0:14	P7	Práce na vlastním pracovišti	P
20	13:12	12:53	13:12	0:19	Č	Čekání na materiál	N
21	13:36	13:12	13:36	0:24	P8	Práce na vlastním pracovišti	P
22	13:53	13:36	13:53	0:17	Ú1	Výměna vaku na odsávání	NN
23	14:06	13:53	14:06	0:13	MK6	Příprava materiálu na druhou směnu	N
24	14:30	14:06	14:30	0:24	Ú2	Úklid pracoviště	NN
25						Konec pozorování	
26							

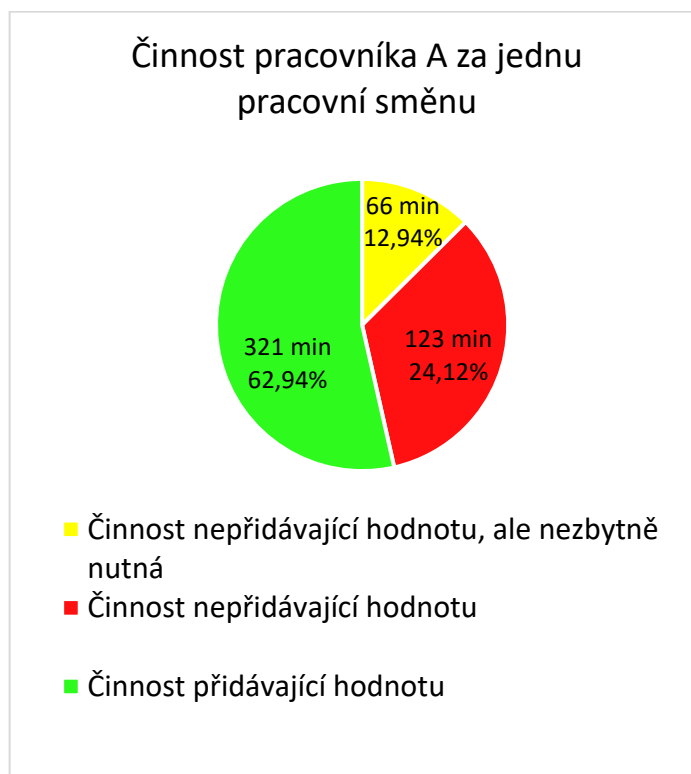
Tabulka 2 Podrobný popis činností pracovníka A

Symbol	Poznámka
TE1	Čas technologicko-organizačních ztrát (změn).
TE2	Zahrnuje vizuální kontrolu stroje, spuštění kompresoru a sušičky, kontrola vaku na odsávání třísek, spuštění CNC a jeho kalibrace, kontrola bezpečnostních čidel.
P1	Výroba rohu přelivného žlabu 2ks – Zahrnuje obsluhu stroje, odjehlování hotových polotovarů, chystání materiálu, kontrola programu
KK1	Čas osobních ztrát
MK1	Přemístění materiálu FOAM 4000 x 2000 x 12 = 2ks na základací plošinu CNC obráběcí linky
P2	Automatické naložení +výroba polotovarů na sklad (24 ks výztuha na skelet bazénu, 3ks přelivného žlabu) + automatické vyložení
P3	Automatické naložení +výroba polotovarů na sklad (24 ks výztuha na skelet bazénu, 3ks přelivného žlabu) + automatické vyložení
KK2	Čas osobních ztrát
PŘ	Obecně nutná přestávka – oběd
KK3	Čas osobních ztrát
MK2	Nachystání materiálu 1. jakosti – chůze pro úvazky na přesunutí palety, chůze pro dálkové ovládání jeřábu, uvázání palety s materiálem, přesun palety portálovým jeřábem k CNC na dosah jeřábu, úklid úvazku a jeřábu, uchopení desky přísavkami na sloupovém jeřábu a přesun na pracovní plochu stroje.
P4	Výroba skeletu bazénu část 1
MK3	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, založení nového materiálu, vše ve spolupráci s kolegy
P5	Výroba skeletu bazénu část 2
MK4	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, založení nového materiálu sloupovým jeřábem s přísavkami
P6	Výroba skeletu bazénu část 3
MK5	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, založení nového materiálu sloupovým jeřábem s přísavkami
P7	Výroba skeletu bazénu část 4
Č	Požadavek skladníkovi na dovoz materiálu. Čekání, přitom vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, odvezení stojanu k svařovacímu pravítku ve spolupráci s kolegou. Po dovezení materiálu nakládka na pracovní stůl stroje ve spolupráci se skladníkem.
P8	Výroba schodiště bazénu.
Ú1	Výměna plného vaku s třískami za prázdný
MK6	Odebrání obrobených schodů na paletu, odvoz palety na mezisklad. Odvoz materiálu 1. jakosti VZV ven z výrobní haly.
Ú2	Očištění stroje, zametení pracoviště, údržba stroje

V tabulce 3 jsou zapsány časy činností a jejich procentuální rozdělení za jednu pracovní směnu. Během obrábění nedošlo k žádným komplikacím. Naměřené hodnoty obrábění jsou shodné s normohodinami. Čas, kdy stroj obráběl, pracovník A vyplňoval vypomáháním s nakládkou materiálu na svařovacím pravítku, odjehlováním a skládáním hotových výrobků na paletu.

Tabulka 3 Vyhodnocení snímku pracovního dne zaměstnance A

Činnost	Zkratka	Čas směny [min]	% času směny [%]
Činnost nepřidávající hodnotu, ale nezbytně nutná	NN	66	12,94 %
Činnost nepřidávající hodnotu	N	123	24,12 %
Činnost přidávající hodnotu	P	321	62,94 %
Celkem směna:		510	100,00 %



Obr. 35 Grafické znázornění činností pracovníka A

Při výrobě skeletu byla provedena procesní analýza výrobního procesu na CNC obráběcí lince u zaměstnance A. Veškeré změřené údaje jsou zaznamenány v tabulce 4.

Tabulka 4 Procesní analýza výroby skeletu na CNC obráběcí lince pracovník A

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost [m]	Doba trvání [min]	Navíc pracovníků
1	Chůze – evidence práce		→				40	2	
2	Chůze – pro úvazky		→				20	1	
3	Chůze – pro dálkové ovládání jeřábu		→				5	1	
4	Transport materiálu k pracovišti		→				20	6	
5	Chůze – úklid úvazků a ovládání jeřábu		→				25	2	
6	Transport materiálu na CNC		→				5	2	
7	Kontrola materiálu			□				1	
8	Frézování	○						10	
9	Chůze – pro kolegu		→				20	1	
10	Transport hotového dílu 1		→				2	1	1
11	Ofouknutí pracovního stolu	○						1	
12	Transport materiálu na CNC		→				5	1	1
13	Kontrola materiálu			□				1	
14	Frézování	○						11	
15	Transport hotového dílu 2		→				2	2	
16	Ofouknutí pracovního stolu	○						1	
17	Transport materiálu na CNC		→				5	3	
18	Kontrola materiálu			□				1	
19	Frézování	○						11	
20	Transport hotového dílu 3		→				2	3	
21	Ofouknutí pracovního stolu	○						1	
22	Transport materiálu na CNC		→				5	3	
23	Kontrola materiálu			□				1	
24	Frézování	○						13	
25	Transport hotového dílu 4		→				2	2	
26	Ofouknutí pracovního stolu	○						1	
27	Transport dílů k svařovacímu pravítku		→				10	2	1
28	Skladování				△				
29	Čekání na materiál					○		14	
30	Chůze – evidence práce		→				40	2	
	Celkem – četnost	8	16	4	1	1			3
	Celkem – doba trvání	49	34	4	0	14		101	
	Celkem – vzdálenost						208		

Na výrobu skeletu dělník A potřeboval 30 kroků, z toho je 8 operací, 16 transportů, 4 kontroly, 1 skladování a 1 čekání. Celý proces trval celkem 101 min a dělník při ní ušel vzdálenost 208 metrů, z toho 3x vypomohl při operaci kolega. Celkový čas operací je 49 minut. Transport trval celkem 34 minut, kontrola 4 minuty a čekání na materiál 14 min.

5.7.1.2 Pracovník B

Druhý pracovní snímek probíhal také na pracovišti CNC obráběcí linky u pracovníka B za stejných definovaných podmínek (tabulka 5, 6).

Tabulka 5 Snímek pracovního dne zaměstnance B

Poř. číslo	Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Název spotřeby času	Zařazení činnosti
		od	do	čas			
1	6:00		6:00			Začátek směny	
2	6:05	6:00	6:05	0:05	TE1	Určení fronty práce ve spolupráci s mistrem výroby	NN
3	6:25	6:05	6:25	0:20	TE2	Uvedení stroje do provozu	NN
4	6:29	6:25	6:29	0:04	KK1	Odchod z pracoviště – komunikace s kolegou	N
5	6:46	6:29	6:46	0:17	MK1	Příprava materiálu + kontrola programu	N
6	6:56	6:46	6:56	0:10	P1	Práce na vlastním pracovišti	P
7	7:06	6:56	7:06	0:10	MK2	Příprava materiálu + kontrola programu	N
8	7:19	7:06	7:19	0:13	P2	Práce na vlastním pracovišti	P
9	7:28	7:19	7:28	0:09	MK3	Příprava materiálu + kontrola programu	N
10	7:40	7:28	7:40	0:12	P3	Práce na vlastním pracovišti	P
11	7:48	7:40	7:48	0:08	MK4	Příprava materiálu + kontrola programu	N
12	8:01	7:48	8:01	0:13	P4	Práce na vlastním pracovišti	P
13	8:23	8:01	8:23	0:22	MK5	Příprava materiálu + kontrola programu	N
14	8:35	8:23	8:35	0:12	P5	Práce na vlastním pracovišti	P
15	8:44	8:35	8:44	0:09	MK6	Příprava materiálu + kontrola programu	N
16	8:55	8:44	8:55	0:11	P6	Práce na vlastním pracovišti	P
17	9:11	8:55	9:11	0:16	KK2	Odchod z pracoviště – komunikace s kolegou	N
18	9:18	9:11	9:18	0:07	MK7	Příprava materiálu + kontrola programu	N
19	9:30	9:18	9:30	0:12	P7	Práce na vlastním pracovišti	P
20	9:39	9:30	9:39	0:09	MK8	Příprava materiálu + kontrola programu	N
21	9:52	9:39	9:52	0:13	P8	Práce na vlastním pracovišti	P
22	9:57	9:52	9:57	0:05	MK9	Příprava materiálu + kontrola programu	N
23	11:00	9:57	11:00	1:03	P9	Práce na vlastním pracovišti	P
24	11:30	11:00	11:30	0:30		Přestávka	N
25	11:38	11:30	11:38	0:08	KK3	Odchod z pracoviště – komunikace s kolegou	N
26	12:39	11:38	12:39	1:01	P10	Práce na vlastním pracovišti	P
27	12:45	12:39	12:45	0:06	Č	Čekání na materiál	N
28	12:48	12:45	12:48	0:03	MK10	Příprava materiálu + kontrola programu	N
29	12:56	12:48	12:56	0:08	P11	Práce na vlastním pracovišti	P
30	13:06	12:56	13:06	0:10	MK11	Příprava materiálu + kontrola programu	N
31	13:51	13:06	13:51	0:45	P12	Práce na vlastním pracovišti	P
32	14:30	13:51	14:30	0:39	Ú2	Úklid pracoviště	NN
33						Konec pozorování	
34							

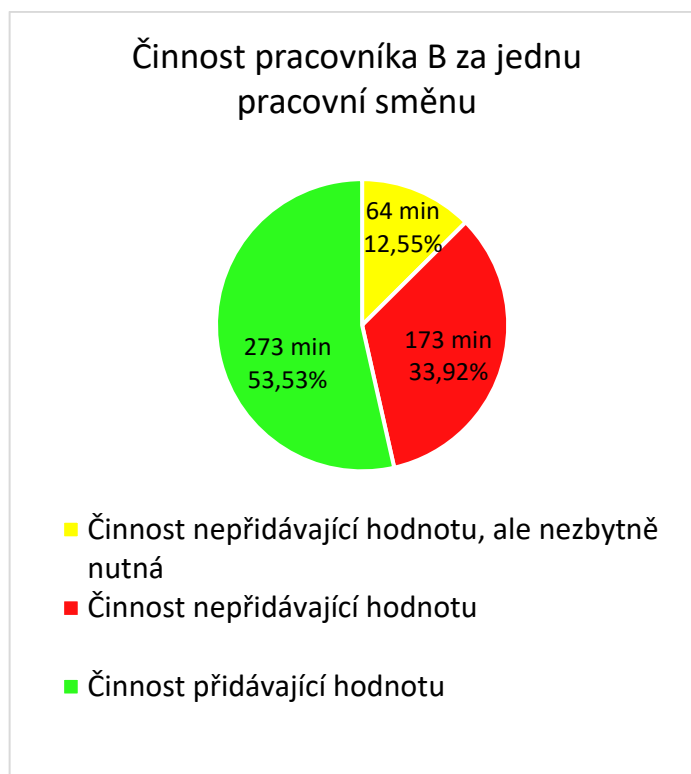
Tabulka 6 Podrobný popis činností pracovníka B

Symbol	Poznámka
TE1	Čas technologicko-organizačních ztrát (změn).
TE2	Zahrnuje vizuální kontrolu stroje, spuštění kompresoru a sušičky, kontrola vaku na odsávání třísek, spuštění CNC a jeho kalibrace, kontrola bezpečnostních čidel
KK1	Čas osobních ztrát
MK1	Přeskládání stohu materiálu a nachystání materiálu 1. jakosti
P1	Výroba skeletu bazénu část 1
MK2	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, založení nového materiálu sloupovým jeřábem s přísavkami
P2	Výroba skeletu bazénu část 2
MK3	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, založení nového materiálu sloupovým jeřábem s přísavkami
P3	Výroba skeletu bazénu část 3
MK4	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, založení nového materiálu sloupovým jeřábem s přísavkami
P4	Výroba skeletu bazénu část 4
MK5	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, přeskládání stohu materiálu, založení nového materiálu sloupovým jeřábem s přísavkami, obklepení materiálu lepicí páskou
P5	Výroba skeletu bazénu část 1
MK6	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, založení nového materiálu sloupovým jeřábem s přísavkami
P6	Výroba skeletu bazénu část 2
KK2	Čas osobních ztrát
MK7	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, založení nového materiálu sloupovým jeřábem s přísavkami
P7	Výroba skeletu bazénu část 3
MK8	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, založení nového materiálu sloupovým jeřábem s přísavkami
P8	Výroba skeletu bazénu část 4
MK9	Vyjmutí hotového dílu na přistavený stojan tvaru A, odvezení stojanu k svařovacímu pravítku ve spolupráci s kolegou.
P9	Automatické naložení + výroba polotovarů na sklad (24 ks stojka na skelet bazénu, 3ks žebřík přelivného žlabu)
	Oběd
KK3	Čas osobních ztrát
P10	Pokračování ve výrobě polotovarů na sklad (24 ks stojka na skelet bazénu, 3ks žebřík přelivného žlabu) + automatické vyložení
Č	Požadavek skladníkovi na dovoz materiálu. Po dovezení materiálu nakládka na pracovní stůl stroje ve spolupráci se skladníkem.
MK10	Nakládka materiálu na pracovní stůl stroje.
P11	Výroba opláštění jeklu
MK11	Odebrání hotových výrobků na paletu, odvoz palety na mezisklad.
P12	Automatické naložení + výroba polotovarů na sklad (24 ks stojka na skelet bazénu, 5ks rovina skimmeru) + automatické vyložení
Ú2	Očištění stroje, zametení pracoviště, údržba stroje

V tabulce 7 jsou opět zapsány časy činností a jejich procentuální rozdělení za jednu pracovní směnu. Během obrábění také nedošlo k žádným komplikacím (shodné normohodiny) a výpomoc pracovníka B byla shodná s pracovníkem A (vypomáhání s nakládkou materiálu na svařovacím pravitku, odjehlováním a skládáním hotových výrobků na paletu).

Tabulka 7 Vyhodnocení snímku pracovního dne zaměstnance B

Činnost	Zkratka	Čas směny [min]	% času směny [%]
Činnost nepřidávající hodnotu, ale nezbytně nutná	NN	NN	64
Činnost nepřidávající hodnotu	N	N	173
Činnost přidávající hodnotu	P	P	273
Celkem směna:		510	100,00 %



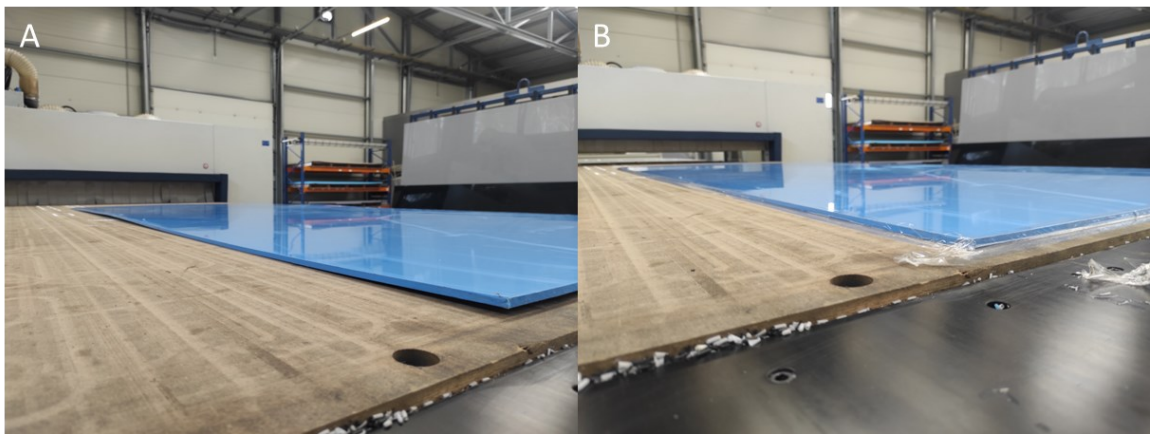
Obr. 36 Grafické znázornění činností pracovníka B

Při výrobě skeletu byla provedena procesní analýza výrobního procesu na CNC obráběcí lince u zaměstnance B. Veškeré změřené údaje jsou zaznamenány v tabulce 8.

Tabulka 8 Procesní analýza výroby skeletu na CNC obráběcí lince pracovník B

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost [m]	Doba trvání [min]	Navíc pracovníků
1	Chůze – evidence práce		→				40	2	
2	Chůze – pro VZV		→				50	3	
3	Transport materiálu k pracovišti		→				10	5	
4	Chůze – úklid VZV		→				50	3	
5	Transport materiálu na CNC		→				25	4	
6	Chůze – uchycení desky lepící páskou		→				5	5	
7	Kontrola materiálu			□				1	
8	Frézování	⊙						11	
9	Transport hotového dílu 1		→				2	4	
10	Ofuk pracovního stolu, úklid lepící pásky	⊙						2	
11	Transport materiálu na CNC		→				5	3	
12	Kontrola materiálu			□				1	
13	Frézování	⊙						10	
14	Čekání					⊙		16	
15	Transport hotového dílu 2		→				2	3	
16	Ofuk pracovního stolu	⊙						1	
17	Transport materiálu na CNC		→				5	3	
18	Kontrola materiálu			□				1	
19	Frézování	⊙						11	
20	Transport hotového dílu 3		→				2	4	
21	Ofuk pracovního stolu	⊙						1	
22	Transport materiálu na CNC		→				5	4	
23	Kontrola materiálu			□				1	
24	Frézování	⊙						12	
25	Transport hotového dílu 4		→				2	2	
26	Ofuk pracovního stolu	⊙						1	
27	Transport dílů k svařovacímu pravitku		→				10	2	1
28	Skladování				▽				
29	Chůze – evidence práce		→				40	2	
	Celkem – četnost	8	15	4	1	1			1
	Celkem – doba trvání [min]	49	49	4	0	16		118	
	Celkem – vzdálenost [m]						253		

Ve srovnání s dělníkem A, dělník B měl stejnou četnost i čas operací, o jeden transport méně, ale o 15 minut déle trvající a ušel při transportu o 45 metrů více. Při transportu materiálu vznikl problém u upnutí materiálu na pracovní stůl z důvodu prohnuté desky. Tahle deska se musela přilepit proto izolepou obr. 37, aby vznikl lepší podtlak pod deskou. Čekání je u pracovníka B o 2 min delší, ale není způsobené čekáním na materiál jako je u pracovníka B, nýbrž komunikací s kolegou. Počet kontrol a skladování je stejný jako u pracovník A. Celkový čas procesu je u pracovníka B o 17 minut delší.



Obr. 37 A) prohnutá deska, B) deska po přilepení izolepou

Strojní čas na výrobu jednoho kusu je 10 minut. Při frézování tento čas byl u obou pracovníků o něco větší. Důvodem může být snížení posuvu potenciometrem při najíždění nástroje do materiálu. Pracovník B si navážel materiál sám za pomoci VZV, proto se doba a vzdálenost transportu oproti pracovníkovi A poměrně zvýšila, přitom četnost transportu je o 1 méně. Jelikož pracovník B plýtvával časem komunikací s kolegou, vzniklo poměrně velké čekání 16 minut.

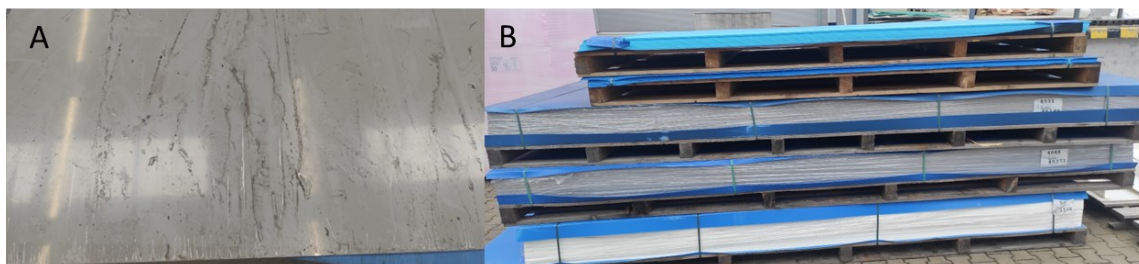
Při diskuzi s mistrem výroby, po analýze a měření práce se dle jeho slov, pracovníci chovali více svědomitě a jejich výkonost byla oproti nekontrolnímu dni mnohem vyšší.

6 IDENTIFIKACE KRITICKÝCH MÍST

Na základě získaných dat z průzkumu jsem identifikoval kritická místa ve výrobě.

6.1 Nevhodné skladování materiálu

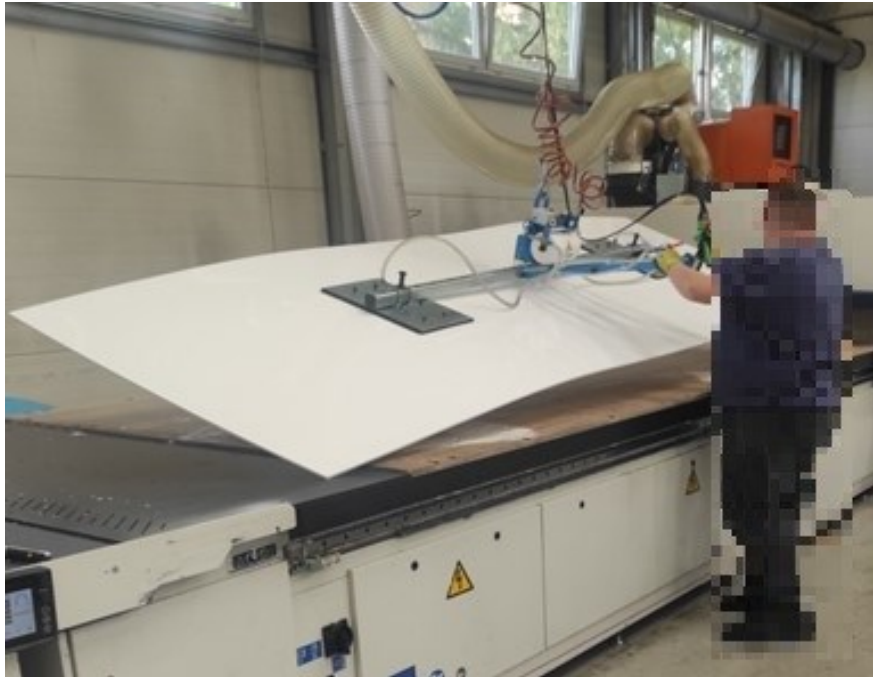
Při sledování procesu byl zjištěn největší problém ve skladování plastových desek. Plastové desky se skladují ve stohu ve venkovních nekrytých prostorech. Při špatném stohování na nerovném místě palety s deskami kopírují terén a berou na sebe tvarovou stálost stohování. Takhle prohnuté desky nelze podtlakově upínat jak na CNC tak na manipulátoru u jeřábu. Jelikož jsou desky ve venkovních nekrytých prostorech, tak podléhají vlivům počasí. Při horkých dnech jsou desky rozpálené a roztahují se, naopak při zimních dnech se desky smršťují a musí se čistit od sněhu a ledovce. Desky jsou také znečištěné od prachu, květů atd. Při dešti se musí desky stěrkovat a vysušovat, aby nenavlhla podkladní MDF deska, která se používá pro podtlakové upínání na CNC obráběcí lince.



Obr. 38 A) Znečištěný materiál, B) Nevhodně stohovaný materiál

6.2 Zakládání desek ručně nebo jeřábem

I když firma disponuje nakládací linkou, používá se jen u vybraných materiálech. Jeden z hlavních důvodů je poškrábání desek 1. jakosti při tažení na obráběcí stůl a vytlačování při vykládání. Desky jsou opatřeny ochranou fólií, ale i tak jsou vidět stopy po tažení. Jelikož jsou desky pohledové, nedělá to dobrý dojem při předávání koncovému zákazníkovi. Další problém vzniká při obrábění různých formátů, barev, tloušťek v krátkém sledu, protože k výměně materiálu na nakládací plošině je zapotřebí složitější logistika. Proto se nakládají ve spolupráci s dalším pracovníkem nebo pomocí sloupového jeřábu, který má dosah pouze na jednu zvolenou paletu. Jelikož stroj lepí štítky na zakládací plošinu, tak se manuálně naložený materiál musí etiketovat ručně.



Obr. 39 Nakládání za pomoci jeřábu



Obr. 40 Automatická nakládací plošina s tiskárnou

6.3 Nevhodné skladování materiálu

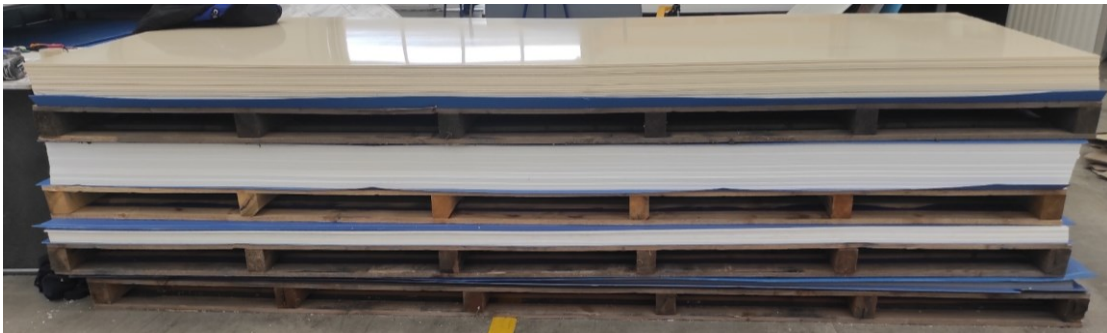
Z důvodu malých nebo špatně přístupných prostor v přípravě výroby, jsou ve výrobní hale uskladňovány jen palety s vybranými druhy desek. K výrobě je potřeba více druhů materiálu, proto se musí převážet z venkovních prostor na vozících.



Obr. 41 Skladování materiálu před přípravnou výroby

6.4 Nevhodné skladování materiálu v hale (na sobě)

V hale jsou umístěny nejpoužívanější materiály ve stohu na sobě. Skladují se z důvodu okamžité dostupnosti, temperace a eliminování znečištění. Jelikož se může využít jen materiál umístěný nahoře ve stohu, jsou palety předělávány za pomoci VZV anebo úvazků na jeřábu. Tento proces je poněkud zdlouhavý a nebezpečný z důvodu výskytu VZV v prostorách haly.



Obr. 42 Stoh materiálu skladovaný v hale

6.5 Přemístování desek ve výrobní hale

K přemístování desek ve výrobní hale slouží vozíky na deskový materiál a jeden stojan ve tvaru A. Vozíky jsou nestabilní a stojanů ve tvaru A je málo, proto se materiál hromadí na jednom stojanu a musí se poté přeskládat. Při takové manipulaci hrozí poškrábání, zničení nebo i úraz.



Obr. 43 A) Vozík na materiál, B) Stojan ve tvaru A

6.6 Poškrábání desek

Vzniká při neopatrné manipulaci, při čištění desek, na špatně očištěném pracovišti, při skladování na vozíku.



Obr. 44 Detail poškrábaného materiálu

6.7 Průhyb desek

Vzniká při špatném skladování materiálu, při prudké změně teplot a při odkládání na vozíky.



Obr. 45 A) Nevhodný regál – vzniká prohnutí materiálu, B) Vzniklý průhyb desky při manipulaci na vozíku

6.8 Absence skladu polotovarů

Jelikož neexistuje uzavřený sklad polotovaru, umísťují se polotovary volně do regálů, kde není přehled, jaké množství výrobků na skladě je a tím není zjištěn brzy podstav tohoto polotovaru.



Obr. 46 Skladování polotovarů

6.9 Nevhodně nastavená evidence práce

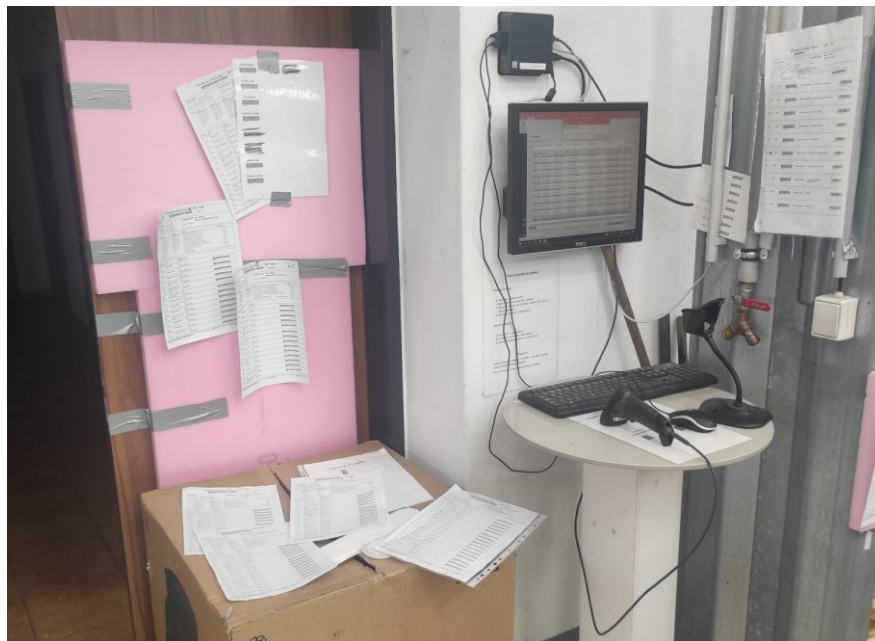
Složitá evidence práce vede k plýtvání a chybovosti. Každá vědomá chyba se musí ihned nahlásit mistrovi výroby, který chybu musí opravit. Chyba vytvořená nevědomě zkresluje data produktivity, normohodin a rentability výrobku. Takovou chybu musí mistr výroby později dohledávat a případně opravovat. K přihlášení je potřeba mít vytištěnou průvodku výroby s čárovým kódem a čárový kód zaměstnance. Evidence je provedena několika kroky:

- přihlášení zaměstnance,
- výběr zakázky,
- výběr operace,
- potvrzení zahájení práce,
- přihlášení zaměstnance,
- výběr zakázky,
- ukončení operace,

- potvrzení ukončení práce.

Chyby vzniklé při evidenci:

- plýtvání časem (zdlouhavý proces),
- mnoho průvodek výroby,
- zaměnění zakázky z důvodu naskenování jiné průvodky výroby,
- neuspořádané pracoviště na evidenci práce.



Obr. 47 Neuspořádané pracoviště na evidenci práce

6.10 Nízká sériovost

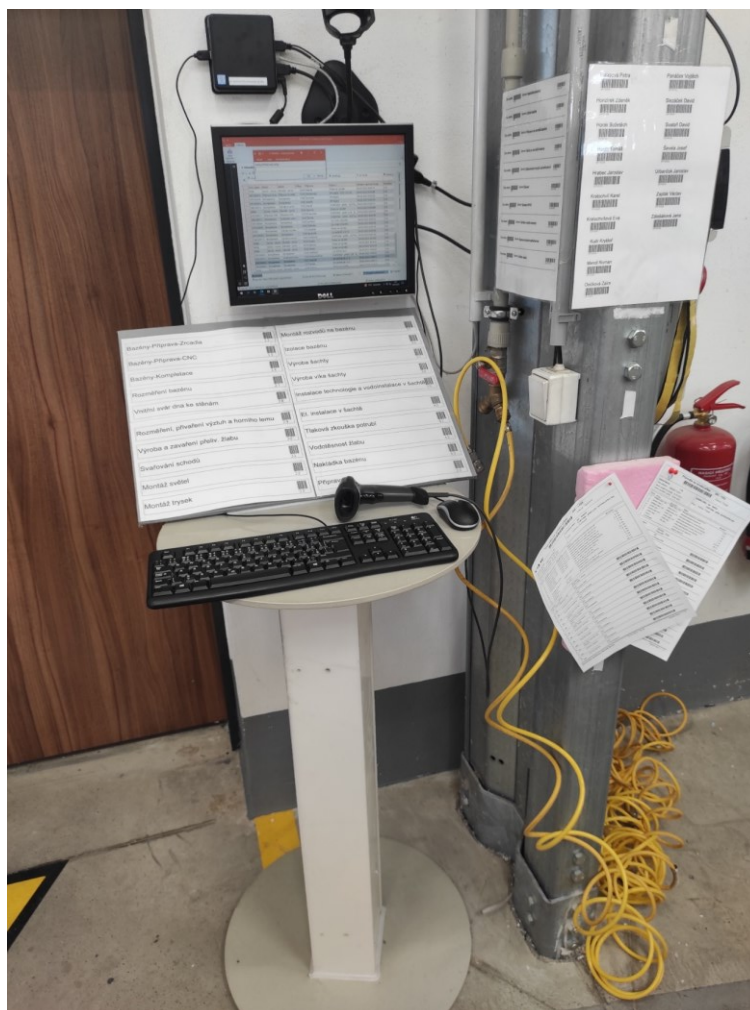
Zařazením neplánovaných zakázek do výroby s vysokou prioritou se mění okamžitě plánování výroby a příprava všech potřebných podkladů pro výroby. Pozdní zařazení zakázky do plánování výroby a s tím spojené úkony přípravy snižují sériovost výroby. Jelikož není zpracovaná veškerá dokumentace a programy pro CNC obráběcí linku, obsluha je nucena pokračovat v jiné výrobě a tím musí změnit materiál pro obrábění. Poté se stává, že obsluha musí později stejný materiál opět transportovat zpět z důvodu vysoké priority zakázky. Zbytečným transportem vzniká plýtvání a snižuje se produktivita výroby.

7 NÁVRHY OPTIMALIZAČNÍCH OPATŘENÍ

Na základě zjištěných dat a identifikování kritických míst jsem zpracoval návrhy optimalizačních opatření.

7.1 Změna evidence práce

Problém s evidencí práce si vedoucí pracovníci uvědomují a souhlasili s okamžitým navržením změn. Doposud se ke každé zakázce tiskla průvodka výroby s jedinečnými čárovými kódy pro zakázku. Tisknuté papíry se hromadili kolem evidence práce a stávalo se, že pracovník evidoval jinou práci. Ve spolupráci s firmou iKOMPLET s.r.o. se vytvořily obecné operace prováděné na zakázkách, které se automaticky přiřazují k určitým zakázkám. Tím se eliminuje počet tisknutých papírů. Dále firma iKOMPLET s.r.o. pracuje na zpracování webové stránky s aktuálními čárovými kódy ve výrobě. Tím by evidence probíhala online, a průvodky se nemuseli vůbec tisknout.



Obr. 48 Upravené pracoviště evidence výroby

Dalším bodem, na kterém pracuje firma iKOMPLET s.r.o. je evidence práce přímo na stroji CNC. Jelikož má CNC svůj operační systém s dotykovou obrazovkou, tahle možnost připadá v úvahu. Sníží se tím plýtvání času, které vzniká při chůzi k evidenci výroby u každého polotovaru. Dále se budou automaticky odesílat data do informačního systému, co se na stroji vyrobilo a kolik kusů. Ze získaných dat by se následně mělo pracovat na evidenci polotovarů.

7.2 Využití volného regálu na skladování palet

Ve skladě technologie byl nevyužívaný paletový regál, který se mohl využít k jiným účelům. Jedná se o paletový regál SCHULTE s dvěma stojanovými rámy a 6 páry ukládacích nosníků o délce 3600 mm. Výška regálu je 3000 mm a šířka 1100 mm. Stojanové profily jsou v modré barvě a ukládací nosníky v barvě oranžové. Nosnost regálu je 6000 kg a nosnost jedné police 3000 kg.

Regál jsem navrhnul využít pro skladování materiálu s dezénem na výrobu schodiště. Dříve na původním místě byla jen paleta s nejpoužívanějším dezénem, méně používané dezény se nacházeli ve venkovních prostorech v blízkosti vrat. Jelikož nemá tento druh materiálu ochranou fólii je velmi náchylný na poškození.

Po konzultaci s vedením byl návrh odsouhlasen a celý návrh přešel na realizaci. V regálu se nyní nachází 4 různé barvy dezénu obr. 49.

Vedení kladně hodnotilo výsledek a zajímalo se, zda se může takhle skladovat i zbytek materiálu. Bohužel po komunikaci s výrobcem jsem zjistil, že ukládací nosníky mají největší možnou délku 3600 mm. Většina druhů materiálu se kupuje ve formátu 4000 x 1500 mm, jediný dezén se kupuje ve formátu 3000 x 1500 mm, tudíž by se ostatní palety s materiálem do regálu nevešly.



Obr. 49 Regál na skladování dezénu

7.3 Pořízení regálového zakladače DRIVER BOX

Stohované palety uvnitř haly se dají nahradit regálovým zakladačem DRIVER BOX, který je určen pro ukládání svazků plechů, forem, desek na jednotlivé výsuvy, se kterými je možno manipulovat až po otevření čelních dveří boxu. Přesun výsuvu ze skladovací polohy je prováděn ručně. Zakládání a odebírání materiálu je možné ručně, použitím vysokozdvížného vozíku nebo jeřábem při použití patřičného příslušenství. Základní poloha boxu je charakteristická tím, že všechny výsuvy jsou v základní poloze, tj. zasunuty, stejně tak i křídla dveří boxu jsou v základní poloze, tj. uzavřená na čelní stranu boxu a zajištěná. Pracovní poloha boxu je charakteristická tím, že křídla dveří jsou v pracovní poloze, tj. otevřená a zajištěná, výsuvy jsou zpřístupněny k přesunu ze základní do pracovní polohy.

Na regálový zakladač byla zaslána poptávka s požadovanými specifikacemi:

- DRIVER BOX - 2 ks,
- palety 4000 x 1500 x 360 mm.

Přijatá dokumentace s návrhem DRIVER BOXU pro náš požadavek:

- Výsuvný skladovací box – DRIVER BOX – R1 - 2 ks:
- ukládaný materiál – palety 4000 x 1500 x 360 mm,
- ve sloupci jsou umístěny 4 výsuvy,
- maximální nosnost výsuvu 3.000 kg,
- regál je kotven ocelovými kotvami M10x100,
- barevné provedení RAL 5010 – modrá barva,
- světlost ukládací úrovně – výsuvu 410 mm (360 paleta + 50 zdvih).

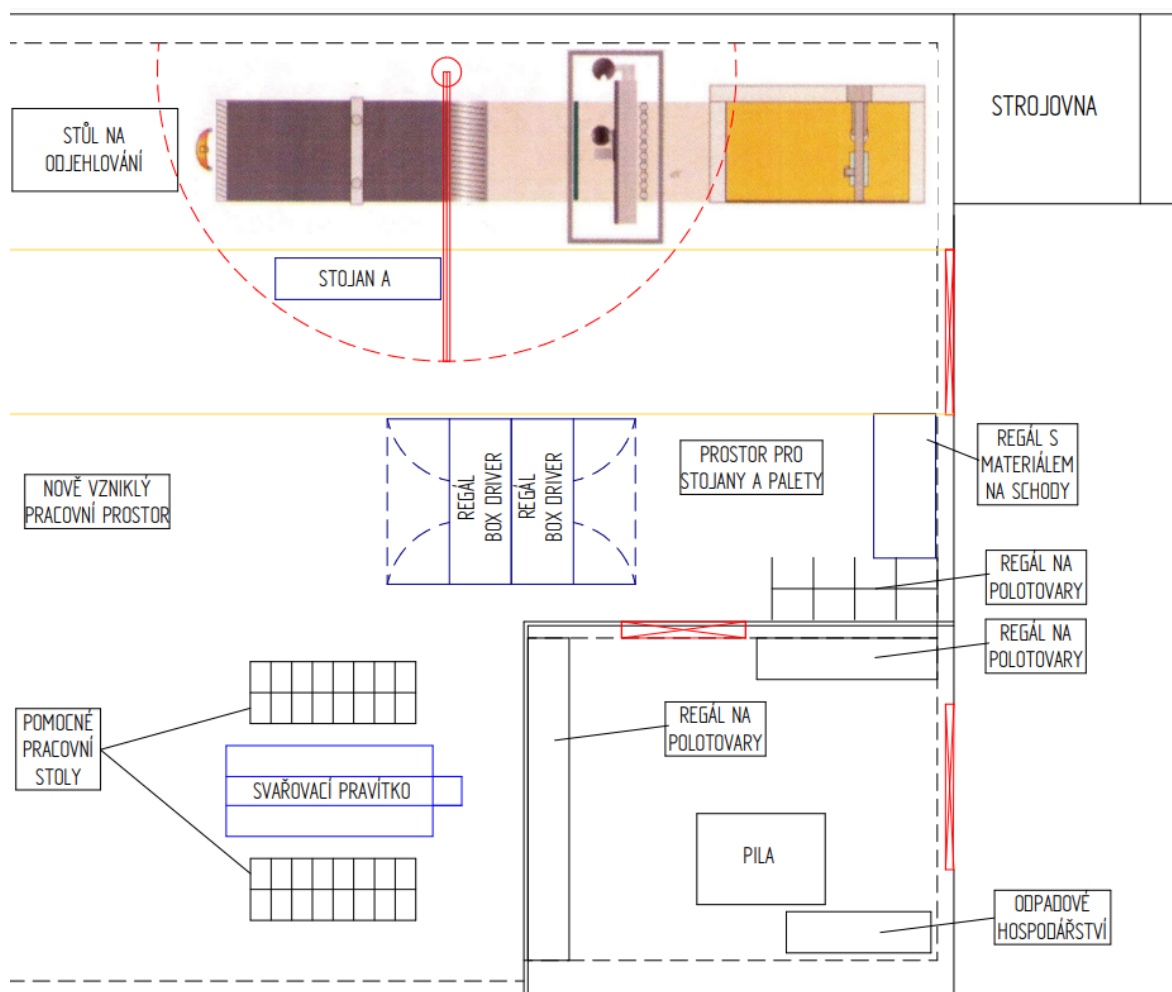
Celková cena v nabídce za výše zmíněné činila cca 500 000 Kč bez DPH.

Představa byla, že každý druh materiálu by byl skladován samostatně na výsuvném platu regálu. Eliminována by se manipulace při změně pořadí palet ve stohu a doba čekání na materiál. Specifikace, která v nabídce přišla je však pro společnost nevyhovující. Ve sloupci je málo výsuvů, tedy by se mohli skladovat jen čtyři druhy materiálu, přičemž potřeba je min. 6 nejpoužívanějších materiálu. Dále má regál pro jejich potřeby zbytečně velkou nosnost. Možnou volbou je atypická zakázka na snížení nosnosti regálu s tím, že nosné rámy nebudou tak objemné a uvolní se prostor pro další výsuv. Dalším řešením

může být depaletizace a tím podstatné snížení výšky stohu. V případě vyřešení výše zmíněných problémů a zakoupení regálů, jsem nastínil možný layout pracoviště obr. 51.



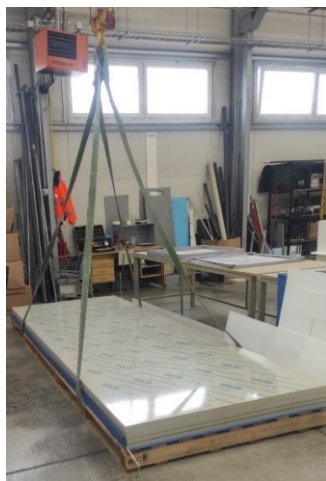
Obr. 50 Regál s výsuvy DRIVER BOX



Obr. 51 Nastínění layoutu s DRIVER BOXEM

7.4 Pořízení paletových jeřábových vidlí

Pro snadnější manipulaci materiálu po výrobní haly a eliminování výskytu VZV, navrhují pořízení paletových jeřábových vidlí. Doposud se zdlouhavě uvazují palety přes úvazek a poté se přemísťují za pomoci portálového jeřábu. Úvazky se musí složitě podsouvat pod palety a vycentrovat pro rovnoměrné zdvihnutí. S paletovými jeřábovými vidlemi by byla manipulace bezpečnější a práce produktivnější. Poptávka byla provedena u více firem, problémem však je atypické řešení jeřábových vidlí z důvodu větší šířky palety. Prozatímní odpověď na poptávku byla, že musí předat požadavek na své konstrukční oddělení pro návrh vhodných vidlí.



Obr. 52 Materiál přemísťovaný za pomoci úvazků a portálového jeřábu

7.5 Zakoupení manipulačních přísavek na portálový jeřáb

Materiál je ve velké míře přemísťován ručně ve dvou zaměstnancích, což je nevyhovující z důvodu přemísťování těžkých břemen a zaneprázdnění dvou zaměstnanců. Jelikož na výrobní haly je portálový jeřáb s elektrickou zásuvkou pro přídatná zařízení, je možné dokoupit manipulační přísavky.

Na manipulační přísavky byla zaslána poptávka s požadovanými specifikacemi:

- uchopení desky formátu: 4000 x 2000 mm
- minimální tloušťka: 5 mm
- maximální tloušťka: 20 mm
- nosnost do: 500 kg
- elektrická zásuvka: 400 V

Přijatá dokumentace s návrhem na vakuový manipulátor pro náš požadavek:

Elektrický vakuový manipulátor VACU-LIFT H-8Q-750:

- maximální velikost břemene: 4000 x 1500 x 1 mm
- typ přísavky: průměr 250 mm, 8 kusů
- maximální nosnost: 750 kg
- váha manipulátoru: 170 kg
- rozměr manipulátoru: 3200 x 1400 x 800 mm

Celková cena v nabídce za výše zmíněné činila cca 120 000 Kč bez DPH.



Obr. 53 Elektrický vakuový manipulátor

Vakuový manipulátor může sloužit k:

- bezpečnému přemístění materiálu po celé výrobní haly,
- nakládce na CNC bez omezení délky manipulace,
- posunování polotovaru po pracovním stole svařovacího pravítka,
- manipulaci s hotovými polotovary.

V případě pořízení regálového zakladače DRIVER BOX, může být vakuový manipulátor využit k manipulaci materiálu přímo na potřebné pracoviště z pracovní polohy regálu nebo skládání materiálu na paletu dle fronty práce na CNC. Takhle nachystanou paletu lze založit do zakládací plošiny CNC obráběcí linky.

7.6 Pořízení více stojanů na desky

Jeden stojan typu A je pořád zaskládáný, proto bych navrhoval koupi dalších pojízdných stojanů. Další možností může být výroba vlastních stojanů dle vytíženosti kovoobráběcí dílny. Více stojanů ušetří místo skladování a jednoduchou manipulací se přepraví materiál na místo výroby nebo do meziskladu.

Na manipulační stojan byla zaslána poptávka s požadovanými specifikacemi:

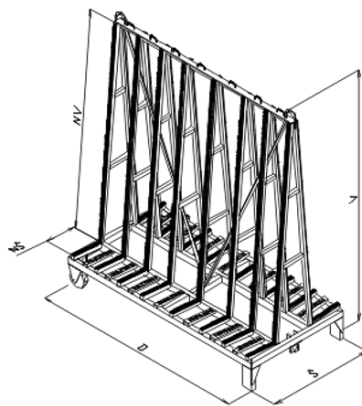
- desky formátu: 4000 x 1500 mm
- provedení: oboustranný
- nosnost do: 1000 kg
- minimální ložná plocha: 4000 x 1500 x 8 = 6 ks
- pojízdná kola: ANO

Přijátá dokumentace s návrhem na manipulační stojan pro náš požadavek:

Přepravní stojan typ:

- maximální velikost břemene: 4000 x 1500 x 1 mm
- typ přísavky: průměr 250 mm, 8 kusů
- maximální nosnost: 750 kg
- váha manipulátoru: 170 kg
- rozměr manipulátoru: 3200 x 1400 x 800 mm

Celková cena v nabídce za výše zmíněné činila cca 30 000 Kč bez DPH.



Obr. 54 Stojan typu A

7.7 Silnější folie na desky

Z důvodu poškrábání desek 1. jakosti při nakládání a vykládání z CNC obráběcí linky, by doporučil popsat u dodavatele materiálu možnost nalepení silnější fólie. Pokud by bylo požadavku vyhověno, doporučuji objednat materiál se silnější fólií a zkusil by celý proces obrábění i s nakládkou a vykládkou. Pokud by se desky nepoškrábaly, dalším krokem by byl propočet investice za silnější fólii a návratnost v urychlení procesu obrábění.

7.8 Robot na skládání desek dle požadavku

Z důvodu častého a složitého přemísťování materiálu na zakládací plošinu na CNC obráběcí lince, se nabízí studium navrhnutí automatizace za pomoci robota. První variantou by mohl být robot, který dle fronty práce na CNC naskládá potřebné druhy materiálu na paletu. Paleta se poté přemístí na CNC zakládací plošinu. Druhou složitější variantou je umístění robota k zakládací plošině CNC, který dle fronty práce na CNC skládá potřebné druhy materiálu rovnou na zakládací plošinu nebo pracovní stůl stroje. Takle změna by vyžadovala potřebnou studii celého konceptu obráběcí linky s částečnou nebo úplnou automatizací. S takovou změnou jsou jistě spojené i nemalé pořizovací náklady na robota a stavební úpravy. Jelikož ve firmě není doposud s roboty žádná zkušenost, je potřeba myslet i na zaškolení a provoz této linky. Dále taková automatizace musí být skloubená s automatickým skladováním materiálu.

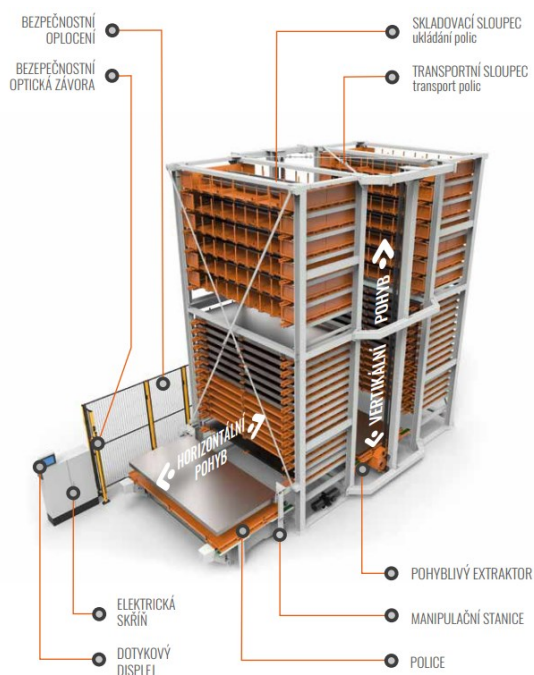


Obr. 55. Příklad automatizace procesu plnění obráběcího centra [47]

7.9 Automatický skladový systém

Automatické skladovací systémy zakladače MonoTower® a TwinTower® nabízejí produktivní, komplexní a flexibilní řešení skladování plechů, profilů, tyčového materiálu, trubek, palet, nástrojů a dalších těžkých a rozměrných předmětů obr. 56. Vertikální výtahové zakladače MonoTower® a TwinTower® jsou vhodné nejen pro skladování hutního materiálu, ale také pro skladování dokončených či rozpracovaných výrobků na výrobních linkách. V případě lehkého zboží, nebo pokud to výrobní proces vyžaduje lze manipulovat s materiálem manuálně. Při skladování materiálu na paletách je nejefektivnější metodou použití VZV. Při použití VZV je pracoviště vybaveno bezpečnostními prvky. Zakládací plošina může být vybavena depaletizačními prvky. Skladovací systémy mohou být i s externí pohyblivou stanicí, která se dokáže vysunout kterýmkoliv směrem ze skladovacího sloupce a přepravit zboží po kolejkách do sousední místnosti, dokonce i mimo budovu. [48]

Jelikož je z velké části materiál skladován ve venkovních prostorech, kde podléhá různým vlivům, nebo v nevhodných regálech, mohl by být skladovací zakladač vhodnou investicí. Z poptávky, kterou jsem řešil na Strojírenském veletrhu, by bylo možné skladovat 21 palet s materiálem s jednou pohyblivou stanicí, která by mohla spolupracovat s automatickou nakládkou a vykládkou ve spolupráci s robotem. Jelikož první veletržní odhad ceny byl cca 5 000 000 Kč bez DPH, je potřeba před investicí ucelit celý projekt, aby investice měla smysl.



Obr. 56 Automatický skladovací systém TwinTower [48]

8 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ, DOPORUČENÍ VYBRÁNÉMU PODNIKU

Z předchozí kapitole jsou navržená opatření zhodnocena a doporučena společností KELLNER s.r.o.

8.1 Aplikace na analýzu a měření dat

Analýza a měření práce je poměrně složitá, jak časově, tak v rámci zapisování dat s následným vyhodnocením, doporučil by zakoupit aplikaci od firmy API s.r.o. obr. 57, která jednoduchým ovládáním zapisuje data a poté během pár minut vyhodnotí proces v podobě tabulek a grafů. Dle mého názoru by měla být analýza a měření práce provedena i v dalších úsecích výroby, jelikož na sebe navzájem navazují. Dále je pravděpodobné, že při opakovaných měřeních, pozornost obsluhy neudělá chybu a chovat se svědomitě nebude v takovém měřítku jako bylo při měření v téhle diplomové práci a měření bude o to přesnější. Tím se budou moci navrhnout přesnější opatření a každým dalším měřením se může vytvořit optimalizovaná pracoviště, které ve výsledku budou vyhovovat všem.



Obr. 57 Aplikace na měření práce [49]

8.2 Rozhovor s pracovníky

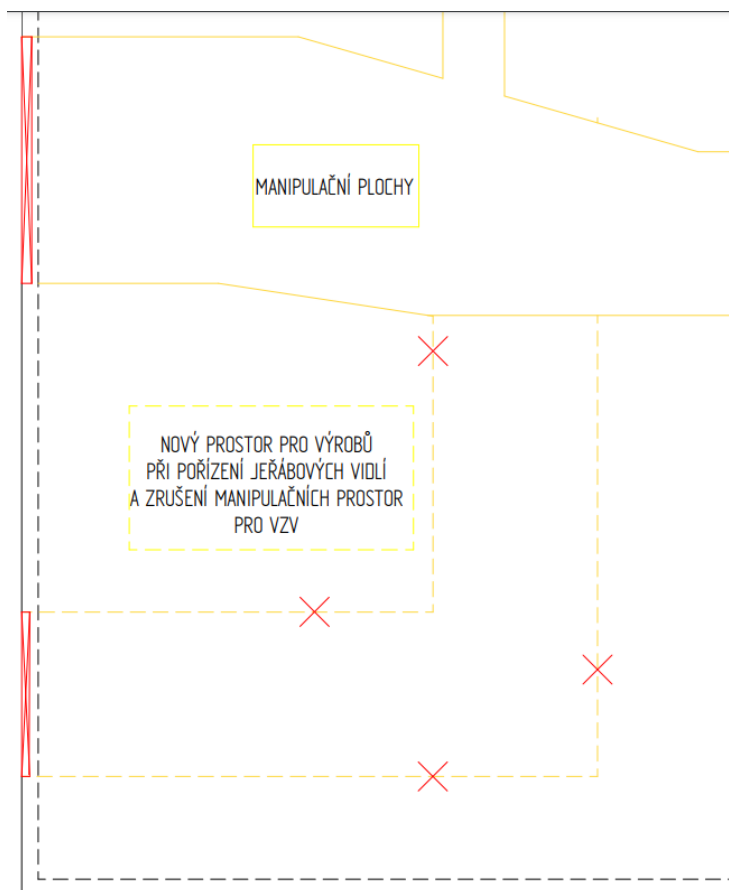
Při diskusi s pracovníky po analýze a měření práce, měli výhrady hlavně na složité přemísťování materiálu, pozdně dodané průvodky výroby, dle kterých by si mohli dopředu naplánovat skladbu materiálu a jeho transportování na místo výroby. Jako další kritické místo uvádí čištění desek a transport materiálu z venkovních prostor při špatném počasí.

Jejich výhrady jsou v podstatě stejné, jako jsem uvedl v kapitole 6 Identifikace kritických míst. Návrhy na řešení tohoto problému jsem uvedl v kapitole 7 Návrhy optimalizačních řešení. Obsluze CNC jsem doporučil více komunikovat se skladníkem v předstihu, aby si dokázal skladník naplánovat práci a včas transportoval potřebný materiál k CNC.

8.3 Změna transportu materiálu

Jak je uvedeno v kapitole výše, nejkritičtějším místem považuji transport materiálu, který probíhá velmi zdlouhavě a složitě. Navíc v některých případech malé pozornosti obsluhy, může vzniknout i úraz. Jeden z dalších důvodů, proč uvažovat o změně transportu materiálu je fakt, že z důvodu malých výrobních prostorů vedení firmy uvažuje o zákazu vjezdu VZV do výrobní haly a tím zrušení manipulačních prostorů. Ve výrobní hale by vznikl jen manipulační prostor pro portálový jeřáb. Tím by vznikl prostor pro další pracoviště obr. 58. Jelikož přesun materiálu za pomoci jeřábu je momentálně velmi zdlouhavý, výskyt VZV je prozatím nutný. Zákazem vjezdu by vzniklo i lepší pracoviště pro všechny pracovníky. Při výskytu VZV je zvýšený hluk, zhoršené prostředí zapříčiněné výfukovými spalinami, v zimních dnech únikem tepla při vyjíždění a najíždění do haly. Řidičům VZV odpadá starost o zvýšenou bezpečnost, jelikož se pohybuje po hale více lidí, musí být velice obezřetní při manipulaci.

Pro eliminaci těchto kritických míst se zdá být dobrým návrhem pořízení paletových vidlí. Doporučuji proto urgovat cenovou nabídku na úpravu jeřábových vidlí podle požadovaných specifikací. Dalším návrhem je pořízení elektrického vakuového manipulátoru, který by usnadnil transport samotného materiálu přímo na pracoviště.



Obr. 58 Detail layoutu při zrušení manipulačních prostor pro VZV

8.4 Změna skladování materiálu

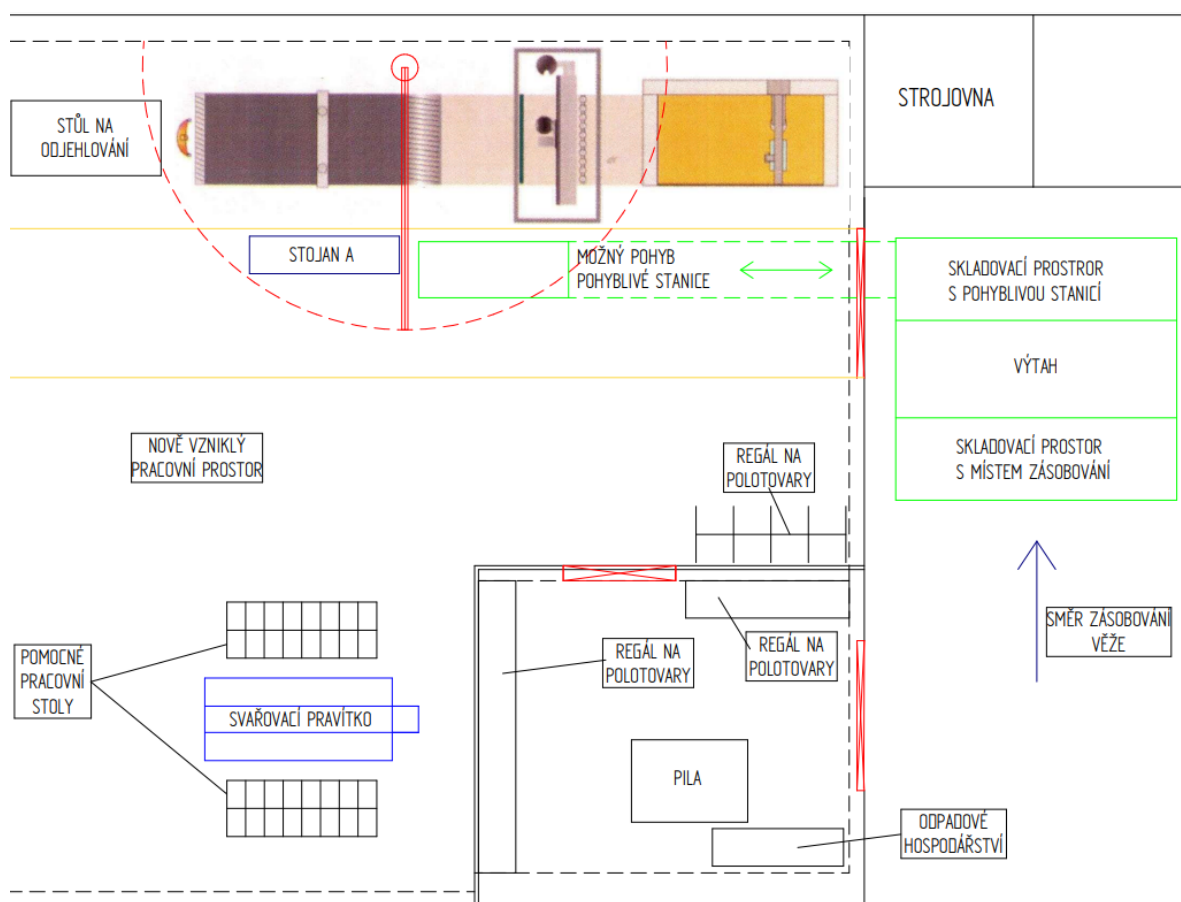
Doporučuji vyřešit lepší skladování materiálu u pracoviště CNC linky. Nejlevnější a nejrychlejší variantou je pořízení více stojanů na desky. Dalším návrhem je pořízení regálu na deskový materiál a nejsložitějším a nejnáročnějším řešením je pořízení automatického skladovacího systému. Vyřešením lepšího skladování materiálu potřebného pro CNC obráběcí linku by se snížila i nutnost častého transportu. Lépe by se reagovalo na změny ve výrobě a řazení priorit výroby. Desky by nebyly poškrábané ani znečištěné a čekání na materiál by se omezilo, možná až úplně eliminovalo.

8.5 Dokončení evidence práce u CNC stroje

Doporučuji dokončit celý projekt odvádění výroby u CNC stroje s následnou evidencí vyrobených polotovarů. Mistr výroby tím získá přesný přehled o stavu výroby na CNC, z evidovaných dat vzniknou poté lepší statistiky, s kterými se může dále pracovat. Odpadne tím plýtvání, chybovost a pozdní nebo žádné evidování.

8.6 Automatický skladovací systém

Automatický skladovací systém se zdá být dobrým řešením pro eliminování kritických míst, avšak je potřeba důkladně celý projekt promyslet a propočítat případnou návratnost. Jelikož je pořizovací cena poměrně vysoká, doporučil by případně zjistit dostupnost dotací. Pro nastínění možného umístění jsem vytvořil detail layoutu obr. 59. Pořízením skladovací věže s pohyblivou stanicí vznikne nový prostor za původní stohy palet, regál a eliminuje se venkovní skladování materiálu. Nový prostor je možné využít například pro robotické pracoviště.



Obr. 59 Nastínění layoutu pracoviště se skladovacím systémem

8.7 Zhodnocení navržených opatření

Pro zhodnocení navržených opatření, jsem vytvořil upravenou procesní analýzu, bez zjištěných kritických míst. Pro lepší přehled jsem zaznamenal změny přímo do procesní analýzy naměřené. Všechny změny jsou podrobně vysvětleny pod tabulkou. Rozdíl mezi naměřenou a potencionální procesní analýzou je znázorněn v tabulce 10, 12.

Tabulka 9 Potencionální procesní analýza výroby skeletu na CNC pracovník A

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost [m]	Doba trvání [min]	Navíc pracovníků
1	Operace – evidence práce	○						1	
2	Chůze – pro úvazky		⇒				20	1	
3	Chůze – pro dálkové ovládání jeřábu		⇒				5	1	
4	Transport materiálu k pracovišti		⇒				20	6	
5	Chůze – úklid úvazků a ovládání jeřábu		⇒				25	2	
6	Transport materiálu na CNC		⇒				5	2	
7	Kontrola materiálu			□				1	
8	Frézování	○						10	
9	Chůze – pro kolegu		⇒				20	1	
10	Transport hotového dílu 1		⇒				2	3	1
11	Ofouknutí pracovního stolu	○						1	
12	Transport materiálu na CNC		⇒				5	3	1
13	Kontrola materiálu			□				1	
14	Frézování	○						11	
15	Transport hotového dílu 2		⇒				2	2	
16	Ofouknutí pracovního stolu	○						1	
17	Transport materiálu na CNC		⇒				5	3	
18	Kontrola materiálu			□				1	
19	Frézování	○						11	
20	Transport hotového dílu 3		⇒				2	3	
21	Ofouknutí pracovního stolu	○						1	
22	Transport materiálu na CNC		⇒				5	3	
23	Kontrola materiálu			□				1	
24	Frézování	○						13	
25	Transport hotového dílu 4		⇒				2	2	
26	Ofouknutí pracovního stolu	○						1	
27	Transport dílů k svařovacímu pravítku		⇒				10	2	1
28	Skladování				▽				
29	Čekání na materiál					⊔		14	
30	Operace – evidence práce	○						1	
	Celkem – četnost	10	9	4	1	0			1
	Celkem – doba trvání	51	23	4	0	0		78	
	Celkem – vzdálenost						38		

Podrobný popis změn v procesní analýze

Operace 1 – změně z transportu na operaci (evidence probíhá dotykově na počítači stroje)

Operace 2, 3, 4, 5 – zrušeno (chůze není potřebná)

Operace 6, 12, 17, 22 – změna transportu (materiál je umístěn pomocí elektrického vakuového manipulátoru z pracovní polohy DRIVER BOXU přímo na pracovní stůl CNC obráběcí linky).

Operace 9 – zrušeno (není potřeba výpomoc kolegy)

Operace 10, 12 – změna (není potřeba výpomoc kolegy)

Operace 29 – zrušeno (materiál je v regálu, není potřeba čekat na materiál)

Operace 30 – změně z transportu na operaci (evidence probíhá dotykově na počítači stroje)

Tabulka 10 Porovnání procesních analýz pracovníka A

Činnost	Doba trvání [min]	Optimalizovaná doba trvání [min]	Rozdíl [min]
Operace:	49	51	2
Transport:	34	23	-11
Kontrola:	4	4	0
Skladování:	0	0	0
Čekání:	14	0	-14
Celkem:	101	78	-23

V tabulce 10 je porovnání procesní analýzy skutečné a potencionální při navrhnutých změnách. Pracovníkovi A se zvýšila doba operace o 2 minuty, ale snížila se doba transportu o 11 minut a ujitá vzdálenost o 170 m. Čekání na materiál, v tomto případě 14 minut, se eliminovalo, jelikož je materiál naskladněný v regálu na hale obr. 51. Celkový uspořený čas při výrobě skeletu je tedy 23 minut.

Tabulka 11 Potencionální procesní analýza výroby skeletu na CNC pracovník B

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost [m]	Doba trvání [min]	Navíc pracovníků
1	Operace – evidence práce	○						1	
2	Chůze – pro VZV		⇨				50	3	
3	Transport materiálu k pracovišti		⇨				10	5	
4	Chůze – úklid VZV		⇨				50	3	
5	Transport materiálu na CNC		⇨				5	3	
6	Chůze – uchycení desky lepící páskou		⇨				5	5	
7	Kontrola materiálu			□				1	
8	Frézování	○						11	
9	Transport hotového dílu 1		⇨				2	4	
10	Ofuk pracovního stolu, úklid lepící pásky	○						2	
11	Transport materiálu na CNC		⇨				5	3	
12	Kontrola materiálu			□				1	
13	Frézování	○						10	
14	Čekání					▷		16	
15	Transport hotového dílu 2		⇨				2	3	
16	Ofuk pracovního stolu	○						1	
17	Transport materiálu na CNC		⇨				5	3	
18	Kontrola materiálu			□				1	
19	Frézování	○						11	
20	Transport hotového dílu 3		⇨				2	4	
21	Ofuk pracovního stolu	○						1	
22	Transport materiálu na CNC		⇨				5	4	
23	Kontrola materiálu			□				1	
24	Frézování	○						12	
25	Transport hotového dílu 4		⇨				2	2	
26	Ofuk pracovního stolu	○						1	
27	Transport dílů k svařovacímu pravitku		⇨				10	2	1
28	Skladování				▷				
29	Operace – evidence práce	○						1	
	Celkem – četnost	10	9	4	1	1			1
	Celkem – doba trvání [min]	51	28	4	0	16		99	
	Celkem – vzdálenost [m]						38		

Podrobný popis změn v procesní analýze

Operace 1 – změně z transportu na operaci (evidence probíhá dotykově na počítači stroje)

Operace 2, 3, 4 – zrušeno (chůze není potřebná)

Operace 5, 11, 17, 22 – změna transportu (materiál je umístěn pomocí elektrického vakuového manipulátoru z pracovní polohy DRIVER BOXU přímo na pracovní stůl CNC obráběcí linky).

Operace 5 – vzdálenost transportu a doba trvání je kratší (materiál je čistý a nepoškozený.)

Operace 6 – zrušeno (lepení materiálu není nutné, materiál je neprohnutý a nepoškozený.)

Operace 14 – stejná hodnota plýtvání (pro posouzení změn)

Operace 30 – změně z transportu na operaci (evidence probíhá dotykově na počítači stroje)

Tabulka 12 Porovnání procesních analýz pracovníka B

Činnost	Doba trvání [min]	Optimalizovaná doba trvání [min]	Rozdíl [min]
Operace:	49	51	2
Transport:	49	28	-21
Kontrola:	4	4	0
Skladování:	0	0	0
Čekání:	16	16	0
Celkem:	118	99	-19

V tabulce 12 je porovnání procesní analýzy skutečné a potencionální při navrhnutých změnách. Pracovníkovi B se zvýšila doba operace o 2 minuty, ale snížila se doba transportu o 21 minut a ušlá vzdálenost o 215 m. Doba komunikace s kolegou se pro posouzení změn zanechala stejná, jako v naměřené procesní analýze, v tomto případě 16 minut. Celkový uspořávaný čas při výrobě skeletu je tedy 19 minut.

Vyhodnocení změn v procesních analýzách u zaměstnance A, B je znázorněno v tabulce 13. Jelikož společnost KELLNER s.r.o. neposkytla přesnou částku jedné hodiny práce, dle průměru vysledovaného na internetu počítám s částkou 1600 Kč/hod.

Tabulka 13 Celkové vyhodnocení potencionální optimalizace výroby skeletu

	Pracovník A	Pracovník B
Doba trvání snížena o [min]:	23	19
Náklady sníženy o [Kč]:	613	507
Transport snížen o [m]:	170	215
Produktivita zvýšena o [%]:	22,8	16,1

Dle statistik z roku 2022 vyrobila společnost 263 bazénu za rok. Při výrobě 263 skeletů by teoreticky dle analýzy pracovníka A společnost ušetřila na nákladech 161 219 Kč a u pracovníka B 133 341 Kč. Ušetřený čas může být využit k práci na jiných operacích.

Po případném zavedení opatření doporučuji provést opět analýzu a měření a provést podrobnější optimalizaci.

Všechny nabídky byly prozatím vedení předány a konzultovány. Po předání celé koncepce podniku, vznikne konečné rozhodnutí ohledně provedených změn.

ZÁVĚR

Zlepšování kvality a produktivity výroby je dobrý předpoklad pro úspěšnost a konkurenceschopnost firmy na trhu. V teoretické části práce je popsán výrobní proces, analýza a měření procesu a také štíhlá výroba, známá také jako Toyota Production System, ve zkratce TPS. V praktické části diplomové práce je nejprve představena společnost KELLNER s.r.o., ve které proběhne optimalizace procesů. Při analýze aktuálního stavu byly využity nástroje zmíněné v teoretické části a byly vytvořeny procesní analýzy a snímky pracovního dne. Z poznatků při analýze se identifikovaly kritická místa, které jsou důkladně popsány. V další kapitole jsou navrženy optimalizační opatření pro eliminaci zjištěných kritických míst. Po zhodnocení navržených změn, bylo doporučeno podniku provést navrhované změny. Nejkritičtější místem považuji transport materiálu, který probíhá velmi zdlouhavě a složitě. Navíc v některých případech malé pozornosti obsluhy, může vzniknout i úraz. Dalším kritickým místem je nevhodné skladování materiálu a tím následně vzniklé komplikace při dalším používání. Potencionálně navrhnuté opatření nemusí být konečným řešením, je však důležité pracovat s těmito i dalšími návrhy. Samotná firma si je téhle situace vědoma a má tendenci s nimi dále pracovat.

Zpracování celé diplomové práce a určování kritických bodů bylo aktivně diskutováno s vedoucím výroby a vedením firmy. Snahou firmy je i nadále spolupracovat na určování kritických míst a zlepšování výrobních procesů. Poznatky předkládané práce mohou pomoci k vytvoření produktivnější, stabilnější a konkurenceschopnější firmy na trhu. Dále se může firma navrhovanými investicemi ubírat cestou automatizace výroby. Zproduktivněním přípravy a lepším rozvrhnutím pracovišť může firma v budoucnu zaměstnat více lidí a rozšířit svoje portfolio.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Výroba, výrobní proces. In: *One Industry* [online]. [cit. 2023-03-4]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/lexikon/vyroba-vyrobní-proces/>
- [2] ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-1281-4.
- [3] GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a Roman HORÁK. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008. ISBN isbn:978-80-251-1987-7.
- [4] Proces. In: *Management Mania* [online]. [cit. 2023-03-6]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/proces>
- [5] DLABAČ, PH.D., Ing. Jaroslav. Techniky analýzy a měření práce. In: *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. Želečovice, 2017 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/wcd/docs/vzdelavani/cespi-xvii/blok-2/technikyanalzyamenprcei_tiskupravene.pdf
- [6] Procesní analýza. In: *Management Mania* [online]. [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesni-analyza>
- [7] Spaghetti Diagram. In: *Six Sigma Study Guide* [online]. [cit. 2023-2-28]. Dostupné z: <https://sixsigmastudyguide.com/spaghetti-diagram/>
- [8] ROSER, Christoph. All About Spaghetti Diagrams. In: *All About Lean* [online]. 2015 [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/>
- [9] DLABAČ, PH.D., Ing. Jaroslav. Analýza a normování práce je pro velkou část českých firem stále aktuálnějším tématem. In: *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. 2023 [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25840n-analyza-a-normovani-prace-je-pro-velkou-cast-ceskych-firem-stale-aktualnejsim-tematem>
- [10] PASCAL, Dennis. *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. 3rd. United States: Taylor & Francis Inc, 2015, 223 s. ISBN 1498708870.
- [11] 3M: Muda, Mura, Muri. In: *Creative Safety Supply* [online]. United States [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.creativesafetysupply.com/glossary/muri-muda-mura/>
- [12] BENEDIKT, Jiří. 8 druhů plýtvání ve firmách dle Lean managementu. In: *Jiří Benedikt* [online]. 2019 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.jiribenedikt.com/8-druhu-plytvani/>
- [13] ROSER, Christoph. Muda, Mura, Muri: Tři zla ve výrobě. In: *Průmyslové Inženýrství* [online]. Germany, 219 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/muda-mura-muri-tri-zla-ve-vyrobe/>
- [14] ROSER, Christoph. Muda, Mura, Muri: The Three Evils of Manufacturing. In: *All About Lean* [online]. Germany, 2015 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/muda-mura-muri/>
- [15] FERGUSON, Daniel. *Removing the Barriers to Efficient Manufacturing*. 1rd. New York: Productivity Press, 2013. ISBN 9781466555518.
- [16] What is Visual Management?. In: *Clarity: Lean and Visual Management* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.clarityvisualmanagement.com/technique/vm-visual-management/>

- [17] BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [18] 5S metoda. In: *Lean Fabrika* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: https://www.lean-fabrika.cz/terminologie/5s-metoda#.Y--3enbMJD_
- [19] TPM: Totálně produktivní údržba. In: *Escare* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.escare.cz/blog/tpm-totalne-produktivni-udrzba/>
- [20] TPM: Total Productive Maintenance. In: *Management Mania* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/tpm-total-productive-maintenance>
- [21] WILSON, Lonnie. *How to Implement Lean Manufacturing*. 1rd. New York: The McGraw-Hill Companies, 2010. ISBN 978-0-07-162508-1.
- [22] TPM: Total Productive Maintenance. In: *Produktivita* [online]. 2019 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.produktivita.cz/l/tpm-total-productive-maintenance/>
- [23] MANN, David. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. 3rd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2015. ISBN 978-1-4822-4323-9.
- [24] JENKINS, Abby. Just-in-Time vs Just-in-Case: Choosing the Right Strategy. In: *Oracle Netsuite* [online]. United States, 2021 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/just-in-time-vs-just-in-case.shtml>
- [25] TURNER, Taylor. Co je JIT Manufacturing?. In: *RPP Containers* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.rppcontainers.com/news-events/just-in-time-manufacturing>
- [26] PAVELKA, Marcel. Efektivní a štíhlá logistika. In: *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. 2015 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25765n-efektivni-a-stihla-logistika>
- [27] Kanban. In: *Enprag* [online]. Praha [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.enprag.cz/metody-stihle-vyroby/kanban>
- [28] HŘEBÍČEK, Vladimír. Lean management ve výrobě. In: *Business Info* [online]. 2010 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/navody/lean-management-ve-vyrobe/>
- [29] Jidoka. In: *Svět Produktivity* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Jidoka.htm>
- [30] ROSER, Christoph. Jidoka, 1. část: O co jde?. In: *Průmyslové Inženýrství* [online]. Germany, 2019 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/jidoka-1-cast-o-co-jde/>
- [31] ROSER, Christoph. Jidoka, 2. část: Koncepce Jidoka. In: *Průmyslové Inženýrství* [online]. Germany, 2019 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/jidoka-2-cast-koncepce-jidoka/>
- [32] Poka-Yoke, vizualizace. In: *Lean Six Sigma* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/poka-yoke-vizualizace/>
- [33] Poka-Yoke. In: *Ikvalita* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=139>
- [34] TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-731-8381-1.
- [35] ROSER, Christoph. Co je Kaizen?. In: *Svět Produktivity* [online]. 2020 [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>

- [36] LEAN MANUFACTURING PROCESS. In: *Graphic Products* [online]. [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://www.graphicproducts.com/articles/lean-manufacturing-process/>
- [37] Kaizen. In: *Svět Produktivity* [online]. [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>
- [38] PDCA cyklus. In: *Svět Produktivity* [online]. [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/PDCA-cyklus.htm>
- [39] ROSER, Christoph. PDCA, 1. část: Klíč k LEANu. In: *Průmyslové Inženýrství* [online]. 2017 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/pdca-1-cast-klic-k-leanu/>
- [40] PDCA cyklus. In: *Certifikace Manažerských Systémů* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.cems-cz.com/blog/231-pdca-cyklus>
- [41] Hoshin Kanri. In: *Svět Produktivity* [online]. [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Hoshin-Kanri.htm>
- [42] Hoshin Kanri. In: *Creative Safety Supply* [online]. [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://www.creativesafetysupply.com/glossary/hoshin-kanri/>
- [43] ROSER, Christoph. Hoshin Kanri – Part 1: The To-Do List. In: *All About Lean* [online]. 2019 [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/hoshin-kanri-1/>
- [44] Encyklopedie profesí: Obchodní zástupce. In: *Prace.cz* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.prace.cz/encyklopedie-profesi/o/obchodni-zastupce/>
- [45] Morbidelli X200. In: *Panas* [online]. [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: <https://www.panas.cz/cs/stroje/detail/morbidelli-x200>
- [46] ŠTOLFA, Jiří. *Nabídka CNC stroje: Morbidelli X200*. Brno, 2020.
- [47] Robot KUKA automatizuje plnění strojů. In: *KUKA* [online]. [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: <https://www.kuka.com/cs-cz/pr%c5%afmyslov%c3%a1-odv%c4%9btv%c3%ad/solutions-database/2018/07/solution-industries-fischertech>
- [48] Automatické skladovací systémy. In: *SysTech group* [online]. [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://systechgroup.cz/cs/automaticke-skladovaci-systemy/baumalog-automaticke-skladovaci-systemy>
- [49] PAVELKA, IEN., Ing. Marcel. Snadné měření práce díky aplikaci API. In: *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. 2016 [cit. 2023-05-08]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25813n-snadne-mereni-prace-diky-aplikaci-api>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TPS	Toyota Production System
MTM	Methods Time Measurement
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
OMCD	Operations Management Consulting Division
TPM	Total Productive Maintenance
JIT	Just-in-Time
JIC	Just-in-Case
SMED	Single Minute Exchange of Dies
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PP	Polypropylen
PE	Polyetylén
CNC	Computer Numerical Control
VZV	Vysokozdvížený vozík
DPH	Daň z přidané hodnoty

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Diagram analýzy a měření práce [5].....	16
Obr. 2 Symboly procesní analýzy [5]	18
Obr. 3 Příklad procesní analýzy [5]	18
Obr. 4 Špagetový diagram [8].....	20
Obr. 5 Pozorovací list	22
Obr. 6 Vlastní pozorovací list [5]	22
Obr. 7 Ukázka použití systému Basic MOST [9]	23
Obr. 8 Dům štíhlé výroby [10].....	26
Obr. 9 Muda, Mura, Muri [11].....	26
Obr. 10 Rozdělení plýtvání [10]	27
Obr. 11 Vizualní management [16]	29
Obr. 12 Systém 5S [18].....	30
Obr. 13 Porovnání JIC a JIT [25]	34
Obr. 14 Poka-Yoke – pouze jedním způsobem lze zastrčit [32]	35
Obr. 15 Kaizen „deštník“ [34]	38
Obr. 16 PDCA cyklus [40]	40
Obr. 17 Hoshin Kanri [42].....	41
Obr. 18 Letecký pohled na společnost KELLNER CZ s.r.o.....	44
Obr. 19 Organizační struktura podniku KELLNER s.r.o.	45
Obr. 20 A) Válcová nadzemní nádrž, B) Skimmerový bazén	46
Obr. 21 Schéma výrobního procesu.....	48
Obr. 22 A) Sklad materiálu, B) Uskladněné palety s materiálem C) Sklad hotových výrobků	49
Obr. 23 Svařovací pravítko BWM 4200	51
Obr. 24 Obráběcí linka SCM Morbidelli X200 [45]	51
Obr. 25 CNC stroj Morbidelli X200 [45]	52
Obr. 26 CNC obráběcí linka ve firmě Kellner s.r.o.	53
Obr. 27 A) Multifunkční ovladač stroje, B) Ovládací panel stroje [45].....	54
Obr. 28 Vytisknutý a nalepený štítek z CNC na polotovaru	56
Obr. 29 Hotové polotovary z CNC obráběcí linky	56
Obr. 30 Layout přípravy výroby	57
Obr. 31 Výroba polotovarů na CNC obráběcí lince	57
Obr. 32 Polotovar A) Roh přelivného žlabu, B) Výztuha pod sedací lavici, C) Přelivné žlaby D) Hřeben knihovny E) Výztuha skeletu bazénu	58

Obr. 33 Kompletace dílu pomocí A) horkovzdušné svářečské pistole, B) extrudéru.....	58
Obr. 34 A) Transport hotového výrobku na sklad, B) Nakládka hotového výrobku	59
Obr. 35 Grafické znázornění činností pracovníka A	63
Obr. 36 Grafické znázornění činností pracovníka B.....	68
Obr. 37 A) prohnutá deska, B) deska po přilepení izolepou.....	70
Obr. 38 A) Znečištěný materiál, B) Nevhodně stohovaný materiál	71
Obr. 39 Nakládání za pomoci jeřábu	72
Obr. 40 Automatická nakládací plošina s tiskárnou	72
Obr. 41 Skladování materiálu před přípravnou výroby	73
Obr. 42 Stoh materiálu skladovaný v hale	73
Obr. 43 A) Vozík na materiál, B) Stojan ve tvaru A	74
Obr. 44 Detail poškrábaného materiálu	74
Obr. 45 A) Nevhodný regál – vzniká prohnutí materiálu, B) Vzniklý průhyb desky při manipulaci na vozíku	74
Obr. 46 Skladování polotovarů	75
Obr. 47 Neuspořádané pracoviště na evidenci práce	76
Obr. 48 Upravené pracoviště evidence výroby.....	77
Obr. 49 Regál na skladování dezénu	78
Obr. 50 Regál s výsuvy DRIVER BOX	80
Obr. 51 Nastínění layoutu s DRIVER BOXEM.....	80
Obr. 52 Materiál přemísťovaný za pomoci úvazků a portálového jeřábu	81
Obr. 53 Elektrický vakuový manipulátor	82
Obr. 54 Stojan typu A	83
Obr. 55. Příklad automatizace procesu plnění obráběcího centra [47]	84
Obr. 56 Automatický skladovací systém TwinTower [48].....	85
Obr. 57 Aplikace na měření práce [49].....	86
Obr. 58 Detail layoutu při zrušení manipulačních prostor pro VZV	88
Obr. 59 Nastínění layoutu pracoviště se skladovacím systémem.....	89

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Snímek pracovního dne zaměstnance A	61
Tabulka 2 Podrobný popis činností pracovníka A	62
Tabulka 3 Vyhodnocení snímku pracovního dne zaměstnance A	63
Tabulka 4 Procesní analýza výroby skeletu na CNC obráběcí lince pracovník A	64
Tabulka 5 Snímek pracovního dne zaměstnance B	66
Tabulka 6 Podrobný popis činností pracovníka B	67
Tabulka 7 Vyhodnocení snímku pracovního dne zaměstnance B	68
Tabulka 8 Procesní analýza výroby skeletu na CNC obráběcí lince pracovník B	69
Tabulka 9 Potencionální procesní analýza výroby skeletu na CNC pracovník A	91
Tabulka 10 Porovnání procesních analýz pracovníka A	92
Tabulka 11 Potencionální procesní analýza výroby skeletu na CNC pracovník B	93
Tabulka 12 Porovnání procesních analýz pracovníka B	94
Tabulka 13 Celkové vyhodnocení potencionální optimalizace výroby skeletu	95