

Návrh štíhlého výrobního toku vybraného výrobku v podniku VOP CZ, s.p.

Bc. Eva Kunertová

Diplomová práce
2013

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eva Kunertová**
Osobní číslo: **M110462**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh štihlého výrobního toku vybraného výrobku
v podniku VOP CZ, s.p.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Vypracujte přehled teoretických východisek problematiky daného tématu.

II. Praktická část

- Analyzujte současnou situaci výrobního toku.
- Na základě analýzy navrhnete východiska pro zlepšení současného stavu.
- Zhodnotte přínosy navrhovaného zlepšení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

IMAI, Masaaki. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007, 272 s. ISBN 978-80-251-1621-0.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

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

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

ROTHER, Mike a John SHOOK. Learning to See: value stream mapping to add value and eliminate muda. 1st ed. Brookline: The Lean Enterprise Institute, 1999, 102 s. ISBN 0-9667843-0-8.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Dobroslav Němec**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **22. února 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2013**

Ve Zlíně dne 22. února 2013


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/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. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² 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, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³ 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, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/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 bakalářské/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 bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 24.4.2012

Kučerová

⁴ 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, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem nového výrobního toku pro vidlicové nosníky ve firmě VOP CZ, s.p. Obsahem teoretické části je literární rešerše z dostupných zdrojů zabývající se průmyslovým inženýrstvím. Na základě teoretických poznatků vznikla analýza současného stavu a jejím výstupem byla analýza hodnotového toku. V návaznosti na tuto analýzu vznikl návrh zlepšení tohoto výrobního toku. Tento návrh byl zpracován v podobě mapy budoucího hodnotového toku. Závěr diplomové práce je věnován přínosům realizace návrhu a jeho finančnímu ohodnocení.

Klíčová slova: Štíhlá výroba, Eliminace plýtvání, Mapování hodnotového toku, Procesní analýza, Index přidané hodnoty, Snímek pracovního dne

ABSTRACT

This thesis describes the design of a new production flow of beams in company VOP CZ, s.p. The theoretical part is a literature review of the available resources dealing with industrial engineering. On the basis of theoretical knowledge was analyzed the current situation and its outcome was the value stream map. Following this analysis was to suggest improvements of the production flow. This proposal was prepared in the form of a map of future value stream. The final section is devoted to the realization of the benefits of the proposal and its financial rewards.

Keywords: Lean Production, Wasting Elimination, Value Stream Mapping, Process Analysis, Value added Index, Analysis of Work

Ráda bych poděkovala Ing. Dobroslavu Němcovi za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi pomohly při tvorbě této práce.

Mé poděkování také patří společnosti VOP CZ, která mi dala příležitost k vypracování této diplomové práce a všem jejím zaměstnancům, za poskytnuté informace a jejich ochotu spolupracovat.

„Jak jakákoli organizace v každém odvětví může postupovat od staromódního řízení na výrazně odlišné a lepší cestě“.

James P. Womack

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ŠTÍHLÝ PODNIK	12
1.1 MANAGEMENT ZNALOSTÍ A ROZVOJ PODNIKOVÉ KULTURY	13
1.2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	13
1.2.1 Plýtvání ve výrobě.....	14
1.2.2 Zásady 5S	15
1.2.3 Týmová práce.....	15
1.2.4 Totálně produktivní údržba	16
1.2.5 SMED.....	17
1.2.6 Kvalita ve výrobě	18
1.2.7 Standardizace práce.....	18
1.2.8 Stabilní procesy	18
1.2.9 Kanban	19
1.2.10 Tahový a tlakový systém výroby	19
1.3 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA	20
1.4 ŠTÍHLÝ VÝVOJ	21
1.5 ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA	22
2 VYBRANÉ ANALYTICKÉ NÁSTROJE	23
2.1 MANAGEMENT TOKU HODNOT.....	23
2.1.1 Hodnota a její tok v podniku	23
2.1.2 Mapování hodnotového toku.....	24
2.1.3 Pozitiva mapování hodnotového toku	26
2.1.4 Negativa mapování hodnotového toku.....	27
2.2 PARETOVA ANALÝZA	27
2.3 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE.....	28
2.3.1 Analýza práce.....	28
2.3.2 Měření práce.....	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
3 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI	32
3.1 ORGANIZAČNÍ SCHÉMA SPOLEČNOSTI	33
3.2 CÍLE SPOLEČNOSTI	33
3.3 ZÍSKANÉ CERTIFIKÁTY	34
3.4 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE A PROGRAM	34
3.4.1 Výrobní technologie.....	34
3.4.2 Výrobní program	35
3.5 SWOT ANALÝZA	36
4 VYMEZENÍ PROJEKTU	38

4.1	VÝCHODISKA PRO ZPRACOVÁNÍ	38
4.2	CÍL PROJEKTU.....	38
4.3	RIZIKOVÁ ANALÝZA	39
4.4	HARMONOGRAM PROJEKTU	40
5	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY VYBRANÉHO VÝROBKU.....	42
5.1	CHARAKTERISTIKA VIDLICOVÉHO NOSNÍKU	42
5.2	VÝVOJ OBJEMU PRODUKCE VIDLICOVÉHO NOSNÍKU	43
5.3	PROCESNÍ ANALÝZA	43
5.4	TECHNOLOGIE VÝROBY A JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ.....	45
5.4.1	Výroba vidlic.....	45
5.4.2	Výroba nosníku	47
5.4.3	Vidlicový nosník	49
5.5	ANALÝZA TOKU MATERIÁLU A ROZPRACOVANÉ VÝROBY	49
5.6	ANALÝZA INFORMAČNÍHO TOKU	52
5.6.1	Vyřízení požadavku zákazníka	52
5.6.2	Výběr dodavatele	53
5.6.3	Vychystání materiálu a expedice	53
5.7	VYTVOŘENÍ SOUČASNÉ MAPY HODNOTOVÉHO TOKU.....	54
5.8	ANALÝZA PRÁCE A ZHODNOCENÍ VYBRANÝCH PRACOVIŠŤ	56
5.8.1	Analýza práce pracoviště svařování.....	56
5.8.2	Zhodnocení pracoviště rovnání a frézování	59
6	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU.....	64
7	NÁVRH NOVÉHO VÝROBNÍHO TOKU.....	67
7.1	NÁVRH VÝROBNÍ LINKY VIDLICOVÝCH NOSNÍKŮ	67
7.2	ORGANIZACE VÝROBY V NOVÉM VÝROBNÍM TOKU	71
7.3	PROCESNÍ MAPY NÁVRHU NOVÉHO VÝROBNÍHO TOKU	73
7.4	MATERIÁLOVÝ TOK.....	73
7.5	MAPA HODNOTOVÉHO TOKU BUDOUCÍHO STAVU	74
8	ZHODNOCENÍ NÁVRHU NOVÉHO VÝROBNÍHO TOKU.....	77
8.1	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NÁVRHU	77
8.2	ZHODNOCENÍ CÍLŮ PROJEKTU	78
	ZÁVĚR	79
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	81
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	84
	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	85
	SEZNAM TABULEK.....	87
	SEZNAM PŘÍLOH.....	88

ÚVOD

V dnešní době globální konkurence, je téměř k nezaplacení získání konkurenční výhody. Jeden ze způsobů, jak se odlišit od konkurence, je nabídnout zákazníkovi něco víc než ostatní. Nabídnout zákazníkovi to, co požaduje a ještě to udělat v kratším čase, kvalitněji a především levněji než soupeři v tržním hospodářství. Kratší dodací doba, vyšší kvalita anebo nižší cena je charakterizována jako hodnota.

Hodnotu vnímá či chápe každý z nás jinak. Někdo posuzuje hodnotu kvalitou, druhý pak kvantitou a třetí vynaloženými náklady. Často pak slyšíme, že hodnota je to, za co je ochoten zákazník zaplatit. Ovšem takový zákazník by nejradyji platil pouze a jenom za tu hodnotu. Bohužel reálně zde budou pokaždé existovat činnosti, které výrobku nebo službě nepřidávají hodnotu, ale jsou při jeho výrobě či poskytování nezbytné. Co však podnik může pro svého zákazníka udělat, je snaha o minimalizaci právě těch činností nepřidávajících hodnotu. Jednou z možností jak toho dosáhnout, je zavedení štíhlého myšlení do podniku a v návaznosti na to vybudovat štíhlý podnik. Štíhlý podnik je takový podnik, který se soustavně snaží o eliminaci plýtvání ve výrobě a o neustálé zlepšování procesů probíhajících v tomto podniku.

Cílem této práce je navrhnout nový výrobní tok vidlicových nosníků prostřednictvím analýzy hodnotového toku a následnou eliminaci neefektivních procesů. Tento projekt má pomoci podniku VOP CZ na cestě k zeštíhlení své výroby. Podnětem úsilí o štíhlou výrobu jsou audity klíčových zákazníků, kteří požadují osvojení a využívání metod průmyslového inženýrství ve výrobě.

Teoretickou část této práce tvoří dva oddíly. První oddíl je zpracován z literatury zabývající se filosofií štíhlého podniku a metodami, které štíhlé podniky využívají. Druhá část je pak další literární rešerší vybraných analytických nástrojů, jako je mapování hodnotového toku nebo analýza a měření práce.

Praktická část práce je rozdělena do šesti celků. Na úvod je představena společnost VOP CZ a je definován samotný projekt zeštíhlení výroby. Další část se zabývá analýzou současného stavu aplikací teoretických znalostí získaných studiem na vysoké škole, ale i podkladů z teoretické části práce. Výsledky této analýzy jsou podkladem pro identifikaci potenciálu na zeštíhlení výrobního toku. Závěrem praktické části je návrh zhodnocen z hlediska ekonomického, ale i celkovým přínosem jeho realizace.

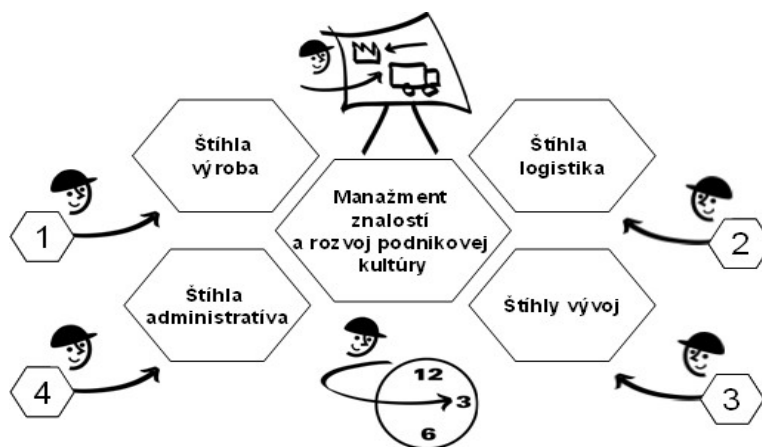
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÝ PODNIK

Koncem devadesátých let minulého století proběhla změna v automobilovém průmyslu v západním světě. Impulsem této revoluce byly japonské metody, které vznikly v padesátých letech. Japonci usilovali o to, předstihnout ostatní konkurenty rychlostí nabídky nových modelů a pružným plněním přání zákazníka. Také dokázali nabídnout nedostižnou jakost. Ze všech stran bylo slyšet slovo Lean a tak vznikl nový trend štíhlosti. Nyní nastává druhá fáze této revoluce, kdy výrobci automobilů tlačí své dodavatele také k výrobě dle zásad Lean. (Jirásek, 1998, s. 46)

Pojem Lean z angličtiny se dá přeložit jako nízkotučný, štíhlý a hubený. V ekonomice toto spojení zahrnuje komplexní systém, založený na neustálém zlepšování procesů, za účelem maximálního snížení nákladů. Cílem je stabilizovat a zvyšovat produktivitu práce, při neustálém ohledu na úspory nákladů pomocí jejich eliminace. Lean je způsob myšlení zaměřený na to, jak přidávat hodnotu. Štíhlost je cesta ukazující jak dělat více s menší námahou (menší využití zařízení, materiálu, času, prostoru atd.) Lean je směr vedoucí blíže a blíže k zákazníkovi a naplnění jeho očekávání. Srdcem tohoto pojmu jsou flexibilní, motivovaní lidé, nepřetržitě řešící problémy. Podstatou štíhlého podniku je hledat neobvyklá řešení. (Mašín, 2005, s. 44)

Štíhlý podnik není pouze jen redukování nákladů, ale především jde o maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka. Prvky štíhlého podniku zobrazuje obrázek 1. Štíhlý podnik tedy nefunguje, pokud není propojen vývoj výrobků s technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou. Velkou chybou mnoha podniků je, že mají od sebe tyto procesy oddělené. Štíhlost vzniká už v předvýrobních etapách a z velké části ji ovlivňují právě logistický řetězec nebo dané procesy v administrativě. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 17)



Obrázek 1: Štíhlý podnik (Košturiak, 2012b)

1.1 Management znalostí a rozvoj podnikové kultury

V podniku existuje struktura lidí, která pravidelně navštěvuje různá školení a přečetla nespočetné množství knih. Tito lidé však mají informace, ale nemají znalosti. Existují však i lidé, kteří právě dané informace mění na znalosti. Management znalostí je organizovaný a řízený systém získávání znalostí a jejich rozšiřování. Úzce s šířením znalostí souvisí také podniková kultura. Podniková kultura je soubor norem, hodnot a způsobu myšlení, které byly ve skupině pracovníků vytvořeny. Je to vlastně způsob, kterým se všechno v podniku dělá. Neexistuje však šablona, která by se dala použít na různé typy podniků. Podniková kultura odráží historii a tradice firmy, a je výrazně ovlivněna motivací pracovníků. Nejsilnějším motivátorem ovšem nejsou peníze, ale právě práce, která člověka uspokojuje a přináší mu pocit seberealizace. (Košturiak, Frolík et al., 2012, s. 21)

1.2 Štíhlá výroba

Koncept štíhlé výroby spočívá ve výrobě, která pružně reaguje na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízena decentralizovaně, prostřednictvím flexibilních pracovních týmů, při malé hloubce výroby (nízký počet na sebe navazujících výrobních operací). Každý zaměstnanec zodpovídá za kvalitu a průběh výroby. Právě decentralizace zajišťuje, že každý pracovník je dostatečně kompetentní, aby při zjištění chyby mohl zastavit výrobu. Štíhlá výroba provádí takové činnosti, které jsou potřebné, dělá je správně hned na poprvé, rychleji a stojí ho to přitom méně peněz, než konkurenci. Štíhlost znamená zvyšování výkonnosti firmy tím, že za daných podmínek, dokáže podnik s daným počtem lidí a kapacitou vyrobit vyšší přidanou hodnotu než konkurence a v určitém čase tento štíhlý podnik dokáže vyřídit více objednávek a na jednotlivé procesy spotřebuje tento podnik méně času. Štíhlý podnik vyrábí pouze to, co chce zákazník. Být štíhlý jednoduše řečeno přinese podniku víc peněz, rychleji a s vynaložením menšího úsilí. Prvky štíhlé výroby jsou zobrazeny na obrázku č. 2. (Keřkovský, Valsa, 2012, s. 88).



Obrázek 2: Prvky štíhle výroby (Košturiak, 2012b)

1.2.1 Plýtvání ve výrobě

Využitím těchto prvků dochází k eliminaci plýtvání ve výrobě. (Liker, 2007, s. 55; Vytlačil, Mašín, 1999, s. 41)

- Nadvýroba – výroba probíhá příliš brzo nebo v příliš velkém objemu, nadměrné nároky na dopravu a skladování.
- Čekání – na dodávku materiálu, ukončení práce stroje.
- Zbytečná manipulace – neefektivní pohyb materiálu mezi sklady či procesy.
- Chybný postup – neefektivní postup při zpracovávání materiálu, vznikají i nadbytečné pohyby a vady. Ztráty vznikají i při výrobě kvalitnějších výrobků, než je přání zákazníka.
- Nadbytečné zásoby – zásoby jsou příčinou dlouhé průběžné doby výroby, opotřebením či poškozením materiálu při skladování. Zásoby většinou zakrývají problémy ve výrobě, jako jsou např. nevyvážená výroba, opožděné dodávky, vady či dlouhá doba přetypování.
- Zbytečné pohyby – provádění pohybů, které nepřidávají hodnotu. Patří sem i hledání pomůcek a nástrojů.
- Zmetky a vady – vznik nekvality a její následná oprava.
- Nevyužití schopnosti pracovníků – Ztráty nápadů a dovedností ke zlepšení současného stavu výroby, v důsledku slabé komunikace se zaměstnanci.

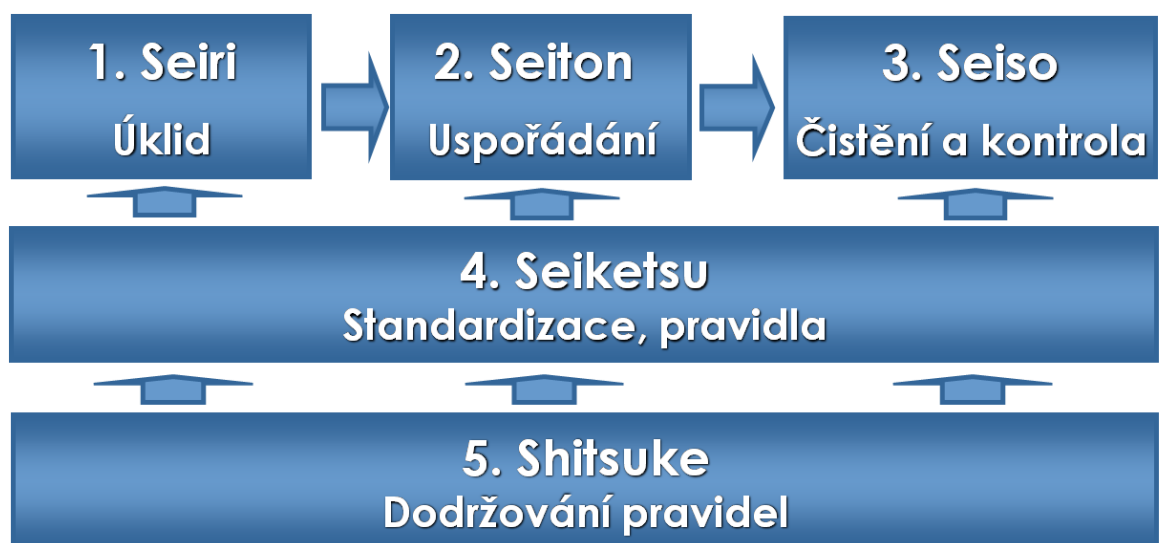
Základním krokem pro zeštíhlení výroby je identifikace a odstranění plýtvání. Metodou, která nám pomáhá tohoto cíle dosáhnout, je management toku hodnot. Tato metoda je

pomůckou pro vizualizaci a měření plýtvání v celém hodnotovém toku podniku. Podrobněji se touto metodou zabývá kapitola 2. (Rother, Shook, 1999, s. 12)

1.2.2 Zásady 5S

Základem štihlé výroby je štihlé pracoviště. Pokud řekneme štihlé pracoviště, patří sem zásady 5S. Tento pojem v sobě skrývá 5 základních pravidel při zavádění štihlé, přehledné a čisté výroby a zlepšení pracovní morálky. Tyto pravidla jsou následující (Imai 2007, s. 243; Imai, 2005, s. 69):

- Seiri (příprava) – vytrídění všeho zbytečného na pracovišti.
- Seiton (uspořádání věcí) – uspořádání všech potřebných věcí.
- Seiso (čištění) – uklizení pracoviště, odstranění zdrojů znečištění.
- Seiketsu (standardizace) – udržování čistoty a pořádku v dlouhodobém horizontu.
- Shitsuke (disciplína) – dodržování těchto bodů s cílem jejich neustálého rozvoje.



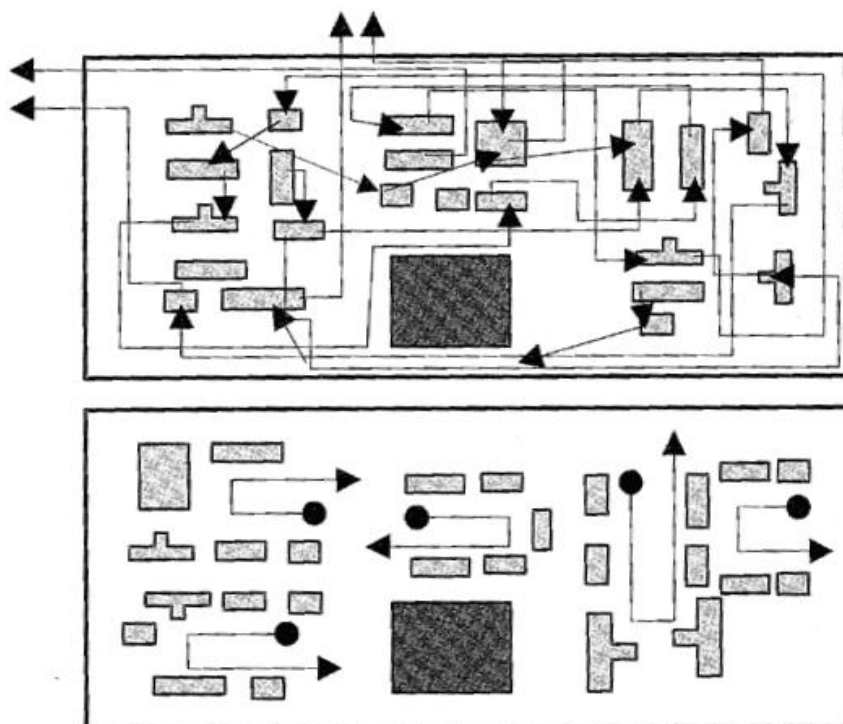
Obrázek 3: Princip metody 5S (CPI, 2013)

1.2.3 Týmová práce

Týmová práce je nezbytným prvkem pro fungující štihlý podnik. Většina plýtvání vzniká právě již zmíněnou slabou komunikací mezi zaměstnanci a podnikem. Pro práci v týmech je nezbytné vytvořit i vhodné prostorové a organizační podmínky. Správné uspořádání výrobních buněk (předmětné vs. technologické) výrazně zkracuje materiálové toky

a vytváří podmínky pro efektivní týmovou práci (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 25):

- Vlastní prostor pro členy týmu a zodpovědnost za daný proces.
- Obsluha více strojů a střídání pracovních činností.
- Rozšiřování a obohacování práce.
- One piece flow – výroba jednoho kusu namísto výroby v dávce.
- Low cost automation – nízkonákladová automatizace.



Obrázek 4: Technologické a předmětné uspořádání výroby (Mašín, Vytlačil, 2000a, s. 54)

1.2.4 Totálně produktivní údržba

Totálně produktivní údržba (TPM) je také prvkem štíhlé výroby. TPM je soubor aktivit vedoucích k provozování strojního parku v optimálních podmínkách a ke změně pracovního systému, který udržení těchto podmínek zajišťuje. Totálně produktivní údržba v sobě zahrnuje body uvedené v tabulce č. 1. (Mašín, Vytlačil, 2000b, s. 40)

Tabulka 1: Program TPM (Mašín, Vytlačil, 2000b, s. 61)

fáze	bod	název	obsah
příprava	1	Zahájení programu	Prohlášení vedení firmy k programu TPM, první tréninkové semináře
	2	Vytvoření organizace programu TPM	Vytvoření organizační struktury programu, sestavení týmu TPM, podnikový koordinátor TPM
	3	Analýza výchozího stavu	Analýza současného stavu, studie proveditelnosti, sociální studie, anketa
	4	Vize a akční plány	Definování vize a cílů TPM jednotlivých pracovišť, celé firmy - predikce výsledků, sestavení plánu pro zavádění TPM ve firmě
zavádění	5	Analýza využití strojů	Činnosti vedoucí k měření a analýze základních parametrů využití strojů
	6	Program samostatné údržby	Program pro převedení činnosti rutinní údržby obsluze strojů
	7	Program plánované údržby	Program pro zlepšení stavu v oblasti preventivní a plánované údržby prováděné údržbáři, management náhradních dílů
	8	Trénink pracovníků	Program pro vzdělávání operátorů i údržbářů, členové týmu TPM a údržbáři jako trenéři obsluhy
	9	Hladké přejímky	Opatření snižující náklady i počet problémů při instalaci a náběhu nových strojů
	10	Zlepšování stavu strojů	Cílené odstraňování ztrát prostřednictvím projektových týmů a týmů TPM formou technických i organizačních opatření

1.2.5 SMED

Totálně produktivní údržba je metodou, která dále využívá i metodu SMED – rychlá změna výroby (přetypování stroje). Program rychlých změn má dva základní úkoly (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 26; Košturiak, Gregor, 2002, s. E1-1):

- Získat část kapacity stroje, která je snížena dlouhým přetypování při změně výroby.
- Zajistit rychlý přechod z jednoho typu výroby na druhý, což vede k výrobě v malých dávkách, vyšší pružnosti výroby a nižší rozpracovanost.

1.2.6 Kvalita ve výrobě

Procesy kvality jsou stavebním kamenem každé výroby, nejenom štihlé. Kvalita musí být zabudována v procesu a to nejenom prostřednictvím několikanásobné kontroly. Kvalita v procesu znamená okamžité zjištění chyby, okamžitou reakci a hledání příčiny a její následné odstranění. (Veber, 2007, s. 25)

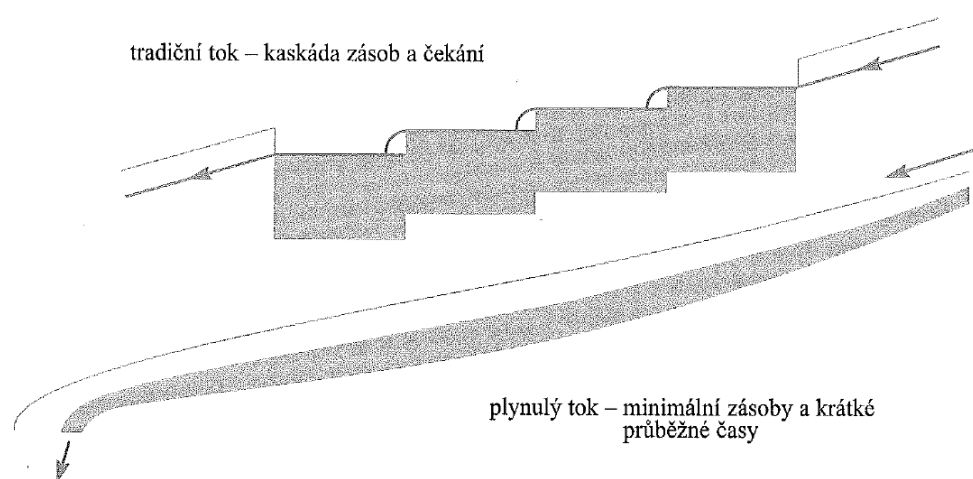
1.2.7 Standardizace práce

Pro standardizaci práce je nezbytné umět ji analyzovat a měřit. Standardy na pracovišti jsou jednoduše řečeno návod na provedení určité pracovní operace, avšak musí splňovat některá kritéria (Heřman, 2001, s. 85; Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 26):

- maximální stručnost – obsahují pouze nezbytný návod pro provedení pracovní činnosti
- jednoduchost a vizualizace – pomáhají pracovníkovi pochopit instrukce.
- jednoznačnost – zaručení uniformity pracovních činností.

1.2.8 Stabilní procesy

Synchronizace procesů a vyvážené toky jsou obvykle vrcholem snahy zeštíhlit výrobní podnik. Cílem je výroba pouze toho co chce zákazník. Mezi hlavní předpoklady patří stabilní procesy z hlediska kvality, spolehlivosti a času, vyvážené kapacity, dobře fungující okolí výroby (logistika, technická příprava výroby, administrativa) a výroba v malých dávkách



Obrázek 5: Plynulý tok ve výrobě – méně plýtvání, rychlejší obsluha zákazníka (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 27)

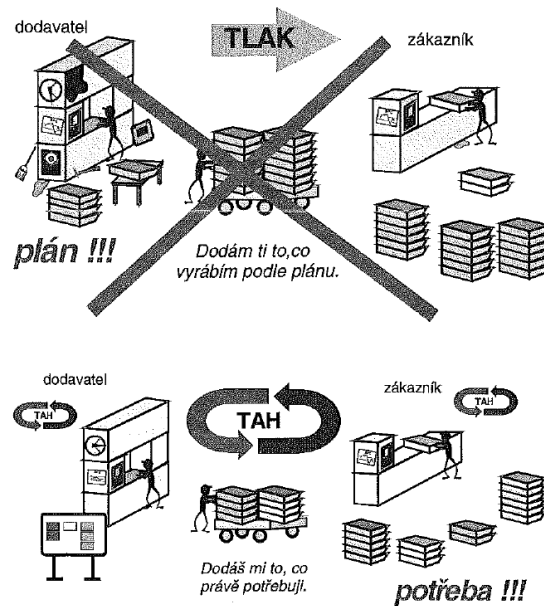
1.2.9 Kanban

Plynulý tok přináší podniku lepší plnění termínů, méně potřebné prostorové kapacity a lepší přehlednost ve výrobě. Plynulý tok v sobě většinou ukrývá tahový systém řízení typu kanban. Princip metody kanban spočívá v tom, že se vyrábí a dopravují výrobky pouze tehdy, když jsou ve výrobě požadovány. Požadavek přináší tzv. zákazník, což je technologicky následné pracoviště. Objednávka je v podobě kanban karty. Kanban může mít několik podob, a to kartičkovou podobu, elektronickou či hladinovou. Hlavní přínosy této metody jsou (Tuček, Bobák, 2006, s. 73):

- Snížení zásob a přehledný systém jejich řízení.
- Zajištění systémového toku informací.
- Podpora plynulosti výroby.
- Eliminace pracnosti plánování.
- Přehled o stavu rozpracované výroby.
- Úspora nákladů za manipulaci.
- Jednoduchý, nenáročný a flexibilní systém řízení.

1.2.10 Tahový a tlakový systém výroby

Princip řízení kanban využívá tahového systému tzv. pull systém. Opakem tohoto systému je systém tlačný. V tradičním podniku bývají po dokončení operace výrobky převezeny „tlačeny“ na další operaci a z toho důvodu vzniká na dalším pracovišti mezisklad rozpracované výroby. To přináší se sebou problémy s řešením prostoru a celkové přehlednosti o stavu zásob. Tyto problémy mohou být eliminovány využitím právě tahového systému, kdy materiál bude dopraven na pracoviště právě tehdy, pokud bude požadován. (Heřman, 2001, s. 116; Mašín, Vytlačil, 2000a, s. 264)



Obrázek 6: Rozdíl mezi tahovým a tlakovým systémem (Mašín, Vytlačil, 2000a, s. 264)

1.3 Štíhlá logistika

Úlohou štíhlé logistiky je doručit požadovaný materiál na správné místo, v požadovaném množství a v požadovaný čas. Avšak nedodržení těchto zásad může způsobit, že logistické činnosti mohou v některých případech tvořit až 70% celkových nákladů výrobku. (Uhrová, 2013)

Postup budování štíhlé logistiky (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 30):

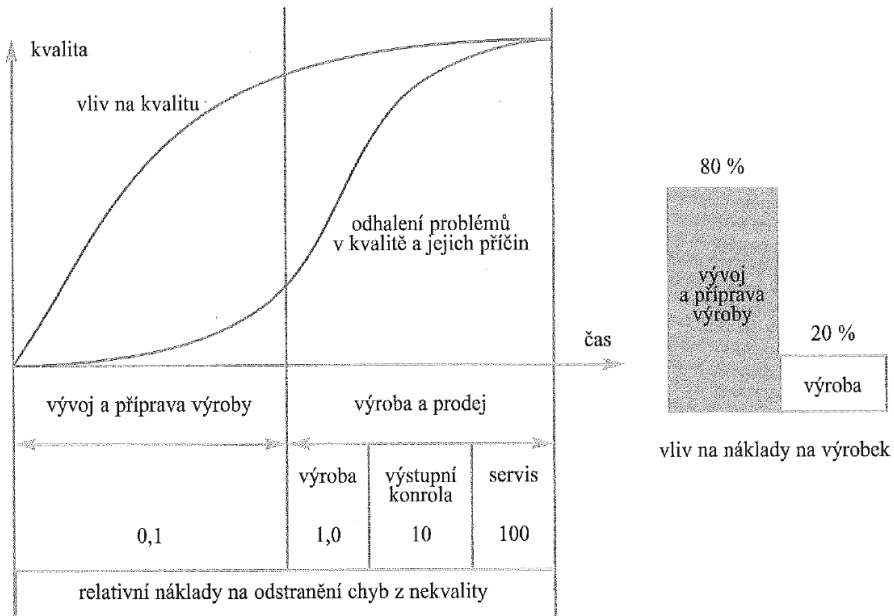
- Audit štíhlé logistiky – interní, externí logistika, parametry, logistický systém, technické prostředky.
- Prezentace auditu, koncept změn, informační seminář štíhlá logistika, školení projektových týmů.
- Mapování toku hodnot v interní logistice.
- Mapování toku hodnot v dodavatelských řetězcích.
- Postup zeštíhlení, kroky, metriky zeštíhlení logistického systému.
- Interní logistika – sklady, navážení a dovážení materiálu, balení, standardizace přepravek, redukce zásob a skladových prostor, optimalizace dopravy, kanban, milkrun, TPM v logistice, 5S, kaizen v logistice, vizualizace, kvalita v logistickém řetězci, týmová práce v interní logice, heijunka.

- Externí logistika – milkrun, optimalizace množství, kanbanové odvolávky, identifikace, vizualizace, manipulace a přeprava.
- Nový systém řízení hodnotového toku v logistice – zásoby, průtok přes úzká místa, průběžné doby.
- Vyhodnocení projektu.
- Systém auditů, monitoring logistických ukazatelů, příručka štlíhé logistiky a tréninky pracovníků.

1.4 Štlíhý vývoj

Mnoho firem si neuvědomuje vztah mezi požadavkem zákazníka a prací vývojářů, konstruktérů a technologů. Ve vývoji vzniká právě ona požadovaná štlíhlost. Vývoj zásadně ovlivňuje variabilní a fixní náklady, vznik kvality potažmo nekvality zabudováním principu poka – yoke (vyloučení omylů) do výrobního procesu, autonomii pracovišť a nízkonákladovou automatizaci. Pokud snižování nákladů ve výrobním procesu přináší efekt měřený v několika procentech, pak snižováním nákladů při vývoji produktu můžeme dosáhnout až čtyřnásobné úspory. Principy štlíhlého vývoje (Košturiak, 2012c):

- Všechny funkce výrobku, které neuspokojují potřeby zákazníka a zákazník za ně nemusí platit, jsou plýtváním.
- Vytvoření více variant a úhlů pohledu v prvních vývojových fázích.
- Vytvoření plynulého toku v procesech vývoje, eliminace plýtvání, standardizace vývojových procesů, vizuální komunikace v procesech výroby.
- Neustálé zvyšování odborných znalostí a zkušeností pracovníků a neustálé zlepšování procesů inovace a vývoje.
- Využití podpůrných technologií v počátečních etapách vývoje – modelování a testování produktů.



Obrázek 7: Vývoj a příprava výroby a jejich vliv na kvalitu a náklady (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 31)

1.5 Štíhlá administrativa

Celkový průběžný čas zakázky je výsledkem spolupráce výroby a administrativy. Příčiny dlouhých průběžných časů a plýtvání ve výrobě jsou často skryty právě v administrativních procesech. Hlavní cíle štíhlé administrativy jsou krátké průběžné časy zakázek, nízké zásoby a přehledné procesy, bezchybné procesy a vyšší efektivnost administrativních procesů. (Košturiak, 2013a)



Obrázek 8: Administrativní proces při vyřízení zakázky (Košturiak, 2013a)

2 VYBRANÉ ANALYTICKÉ NÁSTROJE

Následující část bude věnována vybraným analytickým nástrojům nejen pro průmyslové inženýry.

2.1 Management toku hodnot

Management hodnotového toku (Value Stream Management) v sobě skrývá strategii zlepšování procesů, která je založena na spojování potřeb managementu s potřebami pracovních týmů, na systematické identifikaci a eliminaci aktivit, nepřidávající hodnotu z jednotlivých hodnotových toků a na využívání nejlepších technik štíhlé výroby pro potřeby vytvoření společnosti se štíhlým myšlením. (Mašín, 2003, s. 46)

Lean myšlení rozšiřuje snahu o neustálé zlepšování procesu vedoucího ke snižování nákladů dle požadavků zákazníka o dodavatele, distributory a výrobní systém s někdy až za fyzické hranice jdoucím výrobním zařízením. Toto zlepšení a snížení nákladů je dosahováno odstraněním plýtvání. Jak již bylo řečeno plýtvání (někdy také označováno jako muda) jsou všechny činnosti, které spotřebovávají zdroje, ale přispívají nulovou hodnotou zákazníkovi. Bylo definováno pět kroků v realizaci lean myšlení v podniku (Womack, Jones, 2003, s. 18)

- Definovat hodnoty od nejperspektivnějšího zákazníka.
- Identifikovat tyto toky hodnot.
- Dosáhnout plynulého toku.
- Navrhnout plán výroby pomocí tahového systému.
- Hledat dokonalost díky programu neustálého zlepšování (kaizen).

2.1.1 Hodnota a její tok v podniku

Hodnota (Value) je definována jako vše v podniku, za co je zákazník ochoten platit. Hodnota je vlastně poměr mezi užitnými vlastnostmi produktu a náklady (Mašín, 2003, s. 10):

$$\text{hodnota} = \frac{\text{užitné vlastnosti produktu}}{\text{náklady}}, \quad (1)$$

z tohoto vztahu vyplývá, že pokud v podniku zvyšujeme náklady a zároveň se nezvyšuje užitek pro zákazníka, hodnota klesá. Hodnotu také můžeme zvyšovat snižováním nákladů při konstantních užitečných vlastnostech produktu nebo také hodnota roste při konstantních

nákladech a zvyšováním užítku pro zákazníka. Zvýšení hodnoty dosáhneme i při výrazném zvýšení užítku dosaženém za cenu mírného zvýšení nákladů. (Mašín, 2003, s. 10)

Definice hodnotového toku (Value Stream) zní jako souhrn všech aktivit v procesech, které umožňují vlastní transformaci materiálu na konkrétní zboží, jež má hodnotu pro zákazníka. Do tohoto toku jsou zahrnuty aktivity, které výrobku přidávají nebo nepřidávají hodnotu. Patří sem např. zpracování nabídky, návrhu, konstrukční i technologické dokumentace, komunikace v dodavatelském řetězci, transport materiálu, výrobní plánování, transformace, výrobní a finanční operace atd. (Mašín, 2003, s. 33)

Další definice hovořící o hodnotovém toku říká že, hodnotový tok je definován jako soubor všech specifických opatření, které jsou požadovány managementem pro řešení problémů, řízení informací a výrobního procesu. Hodnotový tok je vlastně souhrn všech činností (a to jak přidávající hodnotu, tak i bez přidané hodnoty) v současnosti nutné k tomu, aby výrobek prošel dvěma hlavními toky a to výrobním tokem od suroviny k zákazníkovi a tokem od návrhu po zavedení do výroby. (Rother, Shook, 1999, s. 12)

2.1.2 Mapování hodnotového toku

Mapování hodnotového toku (Value Stream Mapping, VSM) je grafický nástroj k popisu a vysvětlení současného i budoucího stavu výrobních procesů, který využívá standardizované ikony. (Mašín 2003, s. 46)

Tato aktivita vychází z filosofie firmy Toyota, kde je však používána pod názvem Material and Information Flow Mapping. Tato metoda sloužila jako jednoduchý komunikační nástroj pro vysvětlení současného a budoucího stavu výrobních procesů. (Liker, 2007, s. 336)

Typický VSM projekt zahrnuje zpracování map. Mapu současného stavu a mapu popřípadě několik map stavu budoucího, které reprezentují progresivní zlepšení. Postup při tvorbě mapy současného stavu je následující (Rother, 2009, s. 65):

- Definice týmu pro mapování toku hodnot.
- Výběr reprezentanta rodiny produktů pomocí ABC analýzy.
- Zobrazení současného stavu a výpočet VA indexu (poměr časů přidávající hodnotu vůči časům nepřidávající hodnotu).
- Workshop ke znázornění budoucího stavu (snaha o integraci procesů, redukci počtu informačních vazeb, zavedení tahového řízení, FIFO zásobníky, balancování operací, redukce časů na přetypování, rozvržení sekvence produktů apod.
- Harmonogram změn a jejich realizace.

Mapa současného stavu

Při mapování současného stavu se obvykle začíná mapovat rodina produktů, která tvoří významný podíl na celkovém ročním objemu produkce a zisku. Materiálový tok je zaznamenán na listy papíru pomocí vhodných ikon. Tyto ikony jsou rozděleny do třech základních kategorií a jejich zobrazení je znázorněno na obrázku č. 9 (Mašín, 2003, s. 45):

- ikony pro materiálový tok
- ikony pro informační tok
- ikony obecné

Ikony pro materiálový tok			
Externí zdroje 	Proces 	Data o procesu 	Zásoby
Transport 	Tok hotových výrobků 	Pohyb tlakem 	Pohyb tahem
Supermarket 	Vyrovňovací zásoba 	Bezpečnostní zásoba 	
Ikony pro informační tok			
Manuální informování 	Elektronická informace 	Typ informace 	Inventurní plánování
Výrobní kanban 	Dopravní kanban 	Signální kanban 	Kanbanová schránka
Heijunka 	Heijunka-správce 	FIFO 	Výrobní mix
Všeobecné ikony a symboly			
Operátor 	Výrobní buňka 	Počítačová podpora 	Příležitost ke zlepšení
VA-linka 			

Obrázek 9: Ikony používané při tvorbě map (Mašín, 2003 s. 51)

Tok materiálu je vysledován od poslední operace až do skladu vstupního materiálu. Dále se zaznamenají údaje o každé operaci, vytvoření požadavku výroby a množství zásob. Při mapování je důležité neopomenout informační toky, které určují, co se má vyrobit a

jaká výroba bude následovat. Po mapování těchto dvou toků (informační a materiálový) je zobrazena časová osa v dolní části mapy, která zobrazuje čas na zpracování materiálu v každé operaci a také časové prodlevy mezi operacemi. Časová osa pomáhá identifikovat přidanou hodnotu a také plýtvání v současném stavu výroby. (Womack, Jones, 2003, s. 26)

Porovnáním cyklového času výroby a taktu zákazníka (vypočítaný jako využitelná kapacita/ požadavek zákazníka) je stanovena předběžná hodnota pro posouzení hodnoty v současném stavu výroby. Takt je použit jako kritérium výrobní rychlosti pro každou operaci. V ideálním případě by měla doba cyklového času být pro každou operaci menší nebo alespoň rovna taktu zákazníka. (Rother, Shook, 1999, s. 35)

Mapa budoucího stavu hodnotového toku

Na základě mapy současného stavu je vytvořena mapa budoucího stavu (Value State Map). Tato mapa se vytváří pro odstranění procesů, které nepřidávají hodnotu a zavedení zlepšení do procesů, které hodnotu přidávají. Dle konceptu štíhlého myšlení existuje několik zásad, které je nutné dodržovat pro tvorbu mapy budoucího stavu vedoucího k lepšímu výrobnímu systému (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s 50):

- Revize mapy současného stavu.
- Zaznamenání ikon příležitosti pro zlepšení do mapy současného stavu.
- Návrh zlepšení v oblasti operací, materiálových a informačních toků.
- Produkovat výrobky dle taktu zákazníka.
- Rovnoměrné rozvržení produkce na proces udávající takt (všechny operace musí být podřízeny úzkému místu tak, aby neprodlužoval čas výroby).
- Použití supermarketů ke kontrole výroby.
- Rozvíjet strategii „every part every...(časový údaj)“, kdy např. každou minutu vypadne z linky kus.
- Vytvoření počátečního tahu.

2.1.3 Pozitiva mapování hodnotového toku

Mezi výhody mapování hodnotového toku patří (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 46):

- Redukce průběžné doby výroby o 20 – 50% za několik dní (mapování současného stavu, workshop pro vytvoření mapy budoucího stavu a implementace opatření).

- Lepší pochopení průběhu procesů a souvislostí mezi nimi. Mapování se zabývá výrobním procesem, dodavatelskými řetězci, distribučními kanály a informačními toky.
- Integruje materiálové a informační toky.
- Spojuje řízení výroby a plánování, předpověď poptávky a stanovuje takt zákazníka, který určuje rychlost výroby, kterou by měla splňovat každá operace ve výrobě.
- Poskytuje důležité informace o provozu a skladování materiálu.
- Vytváří základ pro implementaci štihlé výroby.
- Poskytuje společnosti podklad pro strategické plánování použitím štihlého myšlení s cílem usnadnit přeměnu podniku na štihlý podnik.
- Eliminace plýtvání v procesech.

2.1.4 Negativa mapování hodnotového toku

Mezi nevýhod aplikace metody VSM patří (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 46):

- Selhání při mapování více produktů zároveň, které nemají podobný výrobní tok či výrobní proces.
- Problémy při řešení manipulace a změnách velikosti výrobní dávky.
- Chybí ekonomické měřítko pro „hodnotu“ jako je zisk nebo provozní náklady.
- Vzniká zkreslení v porovnání se strategiemi typu kontinuálního toku, rozložení montážních linek, tahový systém kanban, které jsou vhodné především pro velkoobjemové a málo variantní výroby.
- Nebere v úvahu využití výrobní plochy, jako jsou plochy pro samotné výrobní operace, skladování nedokončené výroby a uliček pro manipulaci s materiálem.
- Mapa je pouze statická, při složitějších procesech je potřeba dynamičtějšího nástroje, jako je např. simulace na počítači.

2.2 Paretova analýza

Paretova analýza vyjadřuje relativní významnost jednotlivých poruch či zdrojů vzniku nekvality. Principem této analýzy je Paretův zákon, který spočívá v principu, že 80% výskytu určitého jevu způsobuje 20% příčin. (Mašín, Vytlačil, 2000b, s. 96)

2.3 Analýza a měření práce

Studium práce se podílí zejména na řešení problémů dělby a kooperace práce, využití racionálních způsobů a metod práce, časového sledu a doby trvání pracovních činností a vliv pracovního prostředí a podmínek (Lhotský, 2005, s. 52)

Analýza práce je systematický záznam a kritické vyšetření způsobů, jak jsou věci vykonávány, aby mohla být realizována zlepšení. Důvodů proč analyzovat práci je hned několik (API, 2012):

- Zvýšení produktivity při malých investicích – zjištění nákladů na výrobek, potřebného počtu pracovníků a strojů.
- Definice časových norem – určení dodávek materiálu, nastavení plynulého toku výroby.
- Zvýšení bezpečnosti na pracovišti.
- Úspory jsou viditelné okamžitě.
- Snadné použití a implementace.
- Kvantifikace plýtvání.

Studium práce rozdělujeme na analýzu práce a měření práce. Obě tyto části vedou k vyšší efektivitě.

2.3.1 Analýza práce

Analýza práce se zaměřuje na nalezení nejlepší cesty, jak dělat věci efektivně a přispívá k dosažení vyšší produktivity prostřednictvím lidského potenciálu. Analýza práce získává informace o pracovních procesech. (API, 2012)

Jednotlivé metody analýzy práce směřují ke zjednodušení, přeuspořádání, plynulosti a eliminaci plýtvání:

Procesní diagram

Procesní diagram slouží k popisu účinnosti a výkonnosti operací obsahujících větší počet manipulace a čekání. Využívá se při mapování hodnotového toku a při tvorbě vhodného layoutu. Obecný postup při tvorbě procesního diagramu obsahuje 7 kroků (API, 2012):

- Studie průběhu výroby – standardy, řízení, toky materiálu, produkt, objemy výroby.
- Analýza toku výrobku.
- Záznam všech relevantních informací.

- Analýza současného stavu.
- Plán zlepšení.
- Implementace a hodnocení.
- Standardizace.

Při tvorbě procesních diagramů se využívá pro záznam jednotlivých aktivit symbolů zobrazených na obrázku č. 10.

	Operace
	Transport
	Skladování
	Čekání
	Kontrola množství
	Kontrola kvality

Obrázek 10: Symboly procesní analýzy (Lhotský, 2005, s. 56)

Špagetový diagram

Špagetový diagram zachycuje pohyb pracovníka v určitém časovém období. Do layoutu pracoviště se zachycují všechny pohyby pracovníka za daný čas. Cílem záznamu pohybu je analýza prostoru, ve kterém operátor pracuje. (API, 2012)

2.3.2 Měření práce

Měření práce spočívá v aplikaci technik vytvořených pro určení času potřebného na vykonávání specifikované práce kvalifikovaným dělníkem na definované úrovni výkonu. Výstupem je norma spotřeby času. Vhodnost použití jednotlivých metod měření práce zobrazuje tabulka č. 2. (Lhotský, 2005, s. 61)

Tabulka 2: Vhodné metody pro měření spotřeby času (API, 2012).

		OBJEM VÝROBY		
		vysoký	střední	nízký
CELKOVÝ ČAS	dlouhý	Momentkové pozorování Kontinuální čas. studie	Momentkové pozorování	Expertní odhady Momentkové pozorování Historická data
	střední	Momentkové pozorování Kontinuální čas. studie Sys. předem urč. časů	Momentkové pozorování Kontinuální čas. studie	Expertní odhady Historická data Kontinuální čas. studie
	nízký	Sys. předem urč. časů	Sys. předem urč. časů Kontinuální čas. studie	Kontinuální čas. studie Expertní odhady

Jednotlivé metody v sobě zahrnují (CPI, 2013):

- Kontinuální časové studie – snímek operace, pracovního dne, dvojstranného pozorování.
- Systémy předem určených časů – využití časových studií a pohybových technik s cílem přiřazených časů specifikovaných základním pohybům. Patří sem metody MOST, MODAPTS, MTM, UMS, USD a UAS.
- Momentkové pozorování – zjištění počtu výskytu pozorovaných dějů v průběhu pracovního děje.

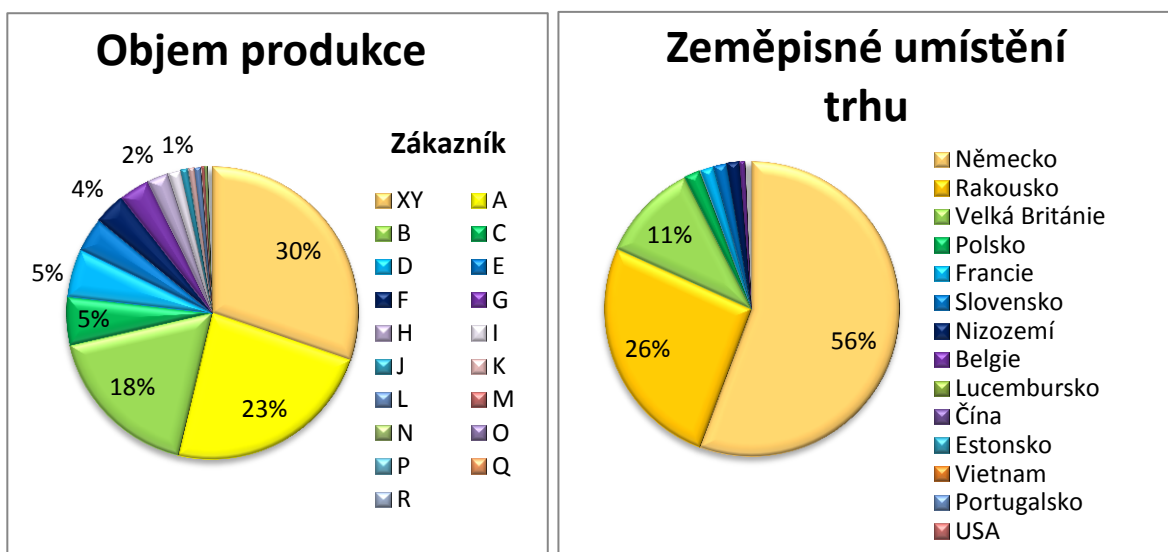
II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

VOP CZ, s.p. celým názvem Vojenský opravárenský podnik působí na trhu jako strojírenský podnik zabývající se vývojem a výrobou vojenských i civilních produktů. Jedná se o firmu s více než šedesáti-letou tradicí sídlící v Šenově u Nového Jičína. Původně byl podnik zaměřen pouze na opravu vojenské techniky a postupně rozšířil své možnosti zvýšením výrobních kapacit a technologickými možnostmi. V současnosti firma dodává vojenské zařízení převážně pro Armádu České republiky. Na poli civilní výroby konkuruje především na německém trhu v oblasti svařovaných dílů pro malé a střední stavební a silniční stroje a dílů pro manipulační techniku. V současnosti firma zaměstnává přes 1440 zaměstnanců a z toho 42 TH pracovníků. (VOP CZ, 2013a)



Obrázek 11: Letecký pohled areálu podniku (VOP CZ, 2013a)

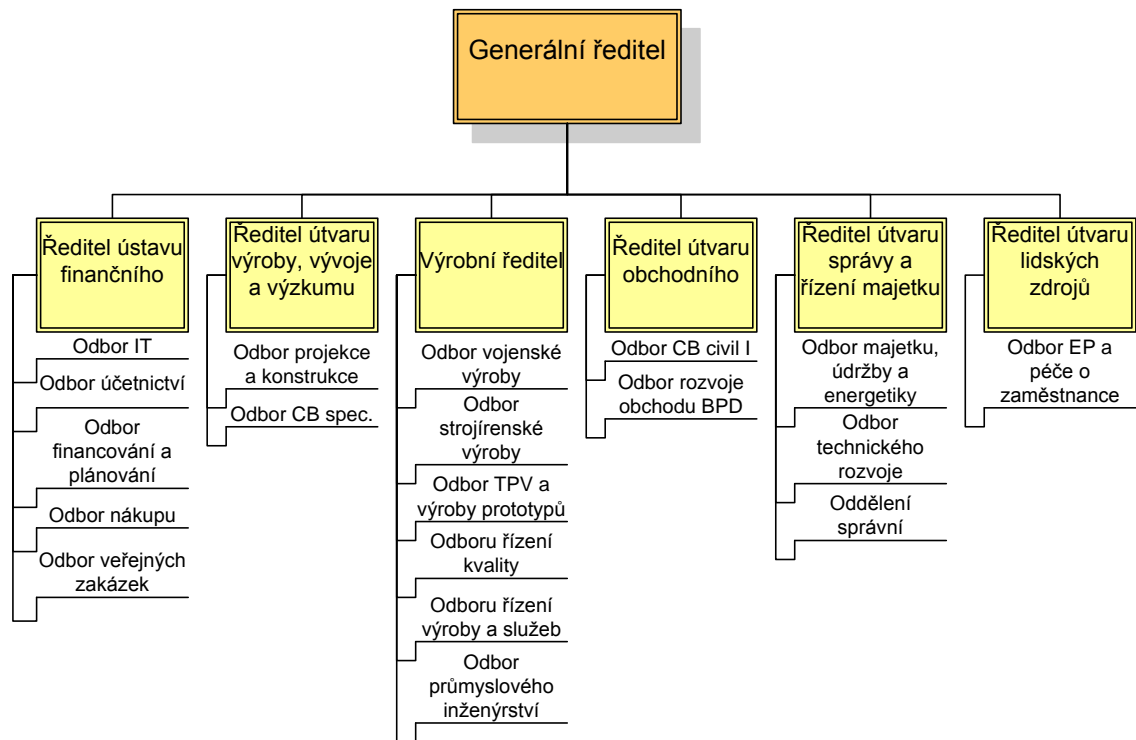


Graf 1: Zeměpisné umístění trhu jednotlivých zákazníků (Vlastní zpracování)

Graf 2: Objem produkce civilní výroby pro jednotlivé zákazníky (Vlastní zpracování)

3.1 Organizační schéma společnosti

Pro informaci o řízení společnosti je v grafu č. 3 zobrazeno organizační schéma společnosti VOP CZ. Jak ze schématu vyplývá, jedná se o funkční organizační strukturu. Mezi výhody této struktury patří nepochybně seskupení pracovníků, kteří pracují na podobných úkolech v jednom úseku podniku.



Graf 3: Organizační schéma společnosti VOP CZ (Vlastní zpracování)

3.2 Cíle společnosti

Hlavním cílem VOP CZ je podílet se na rozvoji vědy, výzkumu, vývoje, výroby a zkušebnictví speciální a civilní produkce na české i mezinárodní úrovni s cílem maximalizovat jejich aplikaci pro potřeby zákazníků.

Dalším neméně důležitým cílem je nabídnout zákazníkům své výrobky v maximální kvalitě a stát se tak stabilním, moderním a respektovaným podnikem v rámci českého a mezinárodního trhu. (VOP CZ, 2013b)

3.3 Získané certifikáty

Jak již bylo řečeno, pro společnost je velmi důležitá kvalita ve výrobě, o čemž vypovídá i zavedený systém managementu kvality. Tento systém je vybudovaný, řízený a zlepšovaný podle požadavků norem ISO 9001 (management kvality), ISO 14001 (environmentální management) a ISO 3834-2 (management svařování). Dále firma získala standard AQAP, navázaný na normu ISO 9001, která je doplněna o specifické požadavky NATO. (VOP CZ, 2013a)

3.4 Výrobní technologie a program

Vzhledem k záměru diplomové práce mapovat produkt spadající do civilní výroby, bude se dále tato kapitola věnovat především technologiím vztahující se k této výrobě.

3.4.1 Výrobní technologie

Předpokladem kvalitně odvedené práce je mimo jiné i kvalitní technologické a technické vybavení výroby. Podnik se dlouhodobě věnuje zvyšování své technické úrovně, a to každoroční investicí minimálně 8% z obrátu na nákup nových technologií. V současnosti firma disponuje těmito výrobními technologiemi (VOP CZ, 2013b):

- Příprava a dělení materiálů, která se provádí na řezacích a pálicích strojích CNC. Podnik má možnost řezat plazmou nebo kyslíkem různé druhy materiálu např. ocel, nerez nebo hliník.
- Lisování realizované na CNC ohraňovacích lisech.
- Příprava materiálu probíhá především v tryskacích zařízeních lišících se druhem tryskacího média např. ocelová drť, ocelové kuličky nebo balotina.
- Svařování se provádí za pomoci různých typů svařovacích robotů, svařovacích poloautomatů a ručních svářeček.
- Obrábění je prováděno na horizontálních CNC vyvrtávačkách, ve frézovacích a vyvrtávacích centrech, obráběcích centrech, frézovacích centrech, soustružnických centrech a ve vodorovných vyvrtávacích centrech.
- Povrchové úpravy. Tato technologie je v podniku zastoupena v podobě dvou lakovacích linek a jedné lakovací kabiny.

3.4.2 Výrobní program

VOP CZ nabízí široký sortiment strojírenské výroby, který navazuje na dlouholetou tradici výroby v podniku. Svým zákazníkům poskytuje výrobky nejvyšší kvality, která je podmíněna zkušeností konstruktérů, techniků, technologů i samotných dělníků. Jedná se o tyto druhy výrobků (VOP CZ, 2013a):

- Podvozky. Podvozky představují základní části stavebních a silničních strojů a manipulační techniky. Tyto výrobky jsou typické složitostí a náročností na přesnost.



Obrázek 12: Podvozek bagru (VOP CZ, 2013a)

- Nádrže jsou nedílnou součástí všech stavebních nebo silničních vozů. Podnik vyrábí palivové, hydraulické i olejové nádrže, ke kterým dle přání zákazníka montuje přídatné zařízení jako např. indikátor obsahu kapaliny či uzávěr.
- Finální celky. Díky svému výrobnímu zázemí podnik dokáže vyrobit prakticky jakýkoliv díl, a proto podnik může nabízet výrobky s vysokou přidanou hodnotou. Mezi tyto výrobky se řadí stavební stroj, sněžná fréza, manipulátor cívek nebo šasi drtiče kamene.



Obrázek 13: Finální výrobek - stroj na pokládku dlažby (VOP CZ, 2013a)

- Lžice a ramena bagrů tvoří další část výrobního portfolia firmy. VOP CZ vyrábí širokou řadu lopat pro nakládku a manipulaci velkoobjemových sypkých materiálů. Dále do této skupiny výrobků spadají speciální lžice určené pro práci v náročných podmínkách kamenolomů, úpravách rud a při stavbě silnic a železnic. K samotným lopatům podnik nabízí výrobu ramen bagrů, rypadel a teleskopických ramen s hydraulickými prvky pro potřeby zahradní, zemědělské nebo lesní techniky.
- Masivní svařence patří ke speciálním svařovaným konstrukcím z masivních plechových dílů. Tyto výrobky jsou různé druhy vidlicových nebo příčných nosníků.

3.5 SWOT analýza

SWOT analýza je jednou z marketingových metod využívaná při strategickém řízení organizace a při určování dlouhodobých cílů organizace. Cílem této analýzy je identifikovat silné a slabé stránky společnosti (analýza vnitřního prostředí) a v dalším kroku pak odhalit příležitosti a hrozby (analýza vnějšího prostředí). V tabulce č. 3 je uvedena SWOT analýza společnosti VOP CZ. Při jejím sestavování jsem vycházela ze svých zkušeností získaných mou přítomností v podniku a ze studia interních zdrojů této společnosti. Jednotlivé položky jsou ohodnoceny váhovými kritérii v procentech podle důležitosti – čím vyšší procento, tím je přisuzována větší důležitost. (Vlastní zpracování)

Tabulka 3: SWOT analýza společnost VOP CZ (Vlastní zpracování)

Silné stránky	[%]	Slabé stránky	[%]
Stabilní finanční situace	36	Velké zásoby rozpracované výroby	52
Certifikovaný závod dle kvality ISO	28	Uspořádání výrobních hal	21
Rozmanité portfolio zákazníků	23	Dlouhá průběžná doba výroby	17
Vlastní výzkum a vývoj	13	Nesystematické vzdělávání zaměstnanců	10
Příležitosti	[%]	Hrozby	[%]
Využití metod štíhlé výroby Spolupráce s VŠ	38	Nedostatek pracovníků v oboru strojírenství	36
Spolupráce s VŠ	28	Rostoucí konkurence	29
Rozšíření výrobního portfolia	19	Rostoucí požadavky zákazníků	23
Technologický pokrok v dané oblasti	15	Rostoucí ceny vstupů	12

- Silné stránky

Silnou stránkou bezesporu je stabilní finanční situace, kde je minimálně využíván cizí kapitál. Získané certifikáty jsou zárukou kvality produktů firmy. Podnik dále není závislý pouze na jediném silném odběrateli, ale má silné portfolio zákazníků v různých zemích světa. Vlastní vývoj a výzkum pomáhá v rozvoji podniku na základě světových trendů, nejenom na poli vojenském, ale i pro civilní výrobu.

- Slabé stránky

Velmi slabou stránkou jsou velké zásoby rozpracované výroby, kdy rozpracovanost není nijak řízena. V těchto zásobách společnost drží velké množství peněz, které by jinak mohla investovat např. do rozšíření strojního zařízení. Uspořádání výrobních hal je spíše technologické, ale pro podnik by bylo výhodnější zvolit předmětné uspořádání. Čili výrobní linky pro jednotlivé výrobky. Současné uspořádání vzniklo historicky, při postupném rozšiřování výroby a výstavbě nových hal. Toto uspořádání úzce souvisí s dlouhou průběžnou dobou výroby, kde samotný výrobek cestuje mezi výrobními halami „sem a tam“.

- Příležitosti

Největší potenciál je ve využití metod štíhlé výroby. S touto příležitostí pak souvisí spolupráce s vysokými školami zaměřenými na výuku průmyslového inženýrství, logistiky a technologie. Mezi další příležitosti je zařazeno rozšíření výrobního portfolia a získat tak nové zákazníky, či zvýšit produkci pro stávající zákazníky.

- Hrozby

Největší hrozbou pro podnik je nedostatek pracovních sil v oboru strojírenství. Další velkou hrozbou je rostoucí konkurence a možnost získání současných zákazníků VOP. Hrozba spočívá i v rostoucích požadavcích zákazníků, kdy probíhají zákaznické audity, na kterých je identifikováno plýtvání. Zákazník pak požaduje jeho odstranění a v důsledku toho snížení cen výrobků. Mezi další hrozby patří všeobecně rostoucí ceny vstupů, jako jsou materiál, energie a pracovní síly.

4 VYMEZENÍ PROJEKTU

Jak již SWOT analýza ukázala, rozmístění technologií v podniku bylo dáno spíše nahodile, podle růstu podniku. Avšak zakázky pro stát byly velmi výhodné, proto se na nadbytečný tok materiálu nebo dlouhou průběžnou dobu výroby příliš nehledělo. Později však klesl poměr výroby vojenské oproti výrobě civilní. Tento poměr na konci roku 2012 činil asi 15% vůči 85%. Při zákaznických auditech pro civilní výrobu zákazníci požadovali, aby produkce výrobků odpovídala více standardům štíhlé výroby a tak vznikl tlak k optimalizaci výroby. Vše vyústilo do veřejné zakázky s cílem zvýšení konkurenceschopnosti podniku prostřednictvím optimalizace hodnotových, informačních a materiálových toků. Tuto zakázku vyhrála firma API – akademie produktivity a inovací s.r.o. Tento komplexní projekt od začátku uvažoval s výstavbou nové haly i přemístěním strojů a novým uspořádání stávajících výrobních hal. Stala jsem se členem týmu, řešící tuto optimalizaci a zvolila jsem si jeden z výrobních toků jako svou diplomovou práci. Podílela jsem se aktivně na všech činnostech týmu. Ostatní členové týmu byli Ing. Martina Zlochová, Ing. Dušan Dostál, Ing. Marek Pavka a Markéta Vájová.

4.1 Východiska pro zpracování

Z důvodu ochrany vnitřních údajů podniku, jsou všechna čísla, týkající se výroby upravena o koeficient α a pro ochranu zájmů společnosti nejsou uvedeni ani konkrétní jména dodavatelů a odběratelů.

Jako výchozí metoda pro zpracování daného problému byla zvolena metoda VSM - mapování hodnotového toku. Tato metoda pomůže identifikovat úzké místo ve výrobním procesu, cyklové časy jednotlivých operací a dále rozlišit operace, které přidávají nebo naopak nepřidávají hodnotu. Důležitá je také identifikace míst, kde se hromadí zásoby. Výstupem VSM mapy je výpočet VA indexu.

4.2 Cíl projektu

Protože každý cíl musí být měřitelný, byly stanoveny následující body:

Tabulka 4: Stanovené cíle projektu (Vlastní zpracování)

Hlavní cíl	Zvýšení VA indexu o 50%
Dílčí cíle	Zkrácení průběžné doby výroby o 30%
	Zkrácení materiálového toku o 30%

K vymezení projektu byla použita metoda logického rámce. Viz tabulka č. 5.

Tabulka 5: Logický ráme (Vlastní zpracování)

Popis projektu	Objektivně ověřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Vnější předpoklady
Cíl projektu: • Zvýšení konkurenceschopnosti podniku	• Snížení celkových nákladů	• Finanční ukazatele	<ul style="list-style-type: none"> • Realizace navrhovaných změn vedením • Finančně vyčíslená náročnost návrhu • Dostatečná motivace zaměstnanců • Ochota vedení spolupracovat • Zajištění relevantních údajů • Včasné vyhotovení analýzy
Účel projektu: • Návrh štíhlého výrobního toku vybraného výrobku	• VA_{index}	• VSD mapa	
Výstupy: 1. Vytvoření mapy hodnotového toku současného stavu výrobního procesu 2. Vytvoření mapy budoucího stavu výrobního procesu 3. Vytvoření budoucí mapy materiálového toku	1. VSM mapa 2. VSD mapa 3. Mapa materiálového toku	<ul style="list-style-type: none"> • Flipchart VSM mapy • Elektronicky zpracovaná VSM mapa • Flipchart VSD • Elektronicky zpracovaná VSD mapa • Elektronicky zpracovaná mapa materiálového toku 	
Činnosti: 1.1. Mapování výrobního procesu 1.2. Zpracování informací 1.3. Vytvoření analýzy současného stavu 2.1. Návrh rozmístění strojů a pracovišť 2.2. Eliminace plýtvání ve výrobním procesu 2.3. Vytvoření analýzy budoucího stavu hodnotového toku 3.1. Vytvoření analýzy budoucího stavu toku materiálu	Prostředky: <ul style="list-style-type: none"> • Technologický postup výroby • Velikost zásob • Layouty areálu • Cyklové časy operací • Informační toky 	Časový rámec: 1. Leden 2013 2. Březen 2013 3. Březen 2013	
			Předběžné podmínky: <ul style="list-style-type: none"> • Dostatečné znalosti • Podpora vedení společnosti

4.3 Riziková analýza

Každý projekt musí být vyhodnocen z hlediska případných rizik. Rizika tohoto projektu byla vyhodnocena pomocí metody RIPRAN. Výsledky zobrazuje tabulka č. 6 a jednotlivé vysvětlivky jsou uvedeny pod tabulkou.

Tabulka 6: Metoda RIPRAN (Vlastní zpracování)

ID	Hrozba	P hrozby	ID	Scénář	P scénáře	P celková	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1.	Nedostatečná podpora ze strany společnosti	25%	1.1	Neochota zaměstnanců spolupracovat	45%	SP	MD	NHR	Workshop se zaměstnanci, motivace zaměstnanců, dostatečná komunikace
			1.2	Nedostatečné podklady pro provedení analýzy	25%	NP	VD	SHR	Dohoda s vedením společnosti o předání materiálů
2.	Irelevantní vstupní údaje	35%	2.1	Nepoužitelné výsledky analýzy	15%	NP	VD	SHR	Konzultace s odpovědnou osobou o relevantnosti vstupních dat
			2.2	Určení nesprávných řešení problému	25%	NP	SD	NHR	Konzultace s osobami odpovědnými za daný proces
3.	Nedostatek odborných znalostí	40%	3.2	Chybně zpracovaná analýza	10%	NP	VD	SHR	Vypracování literární rešerše týkající se daného tématu

Pravděpodobnost		Dopad		Hodnota rizika	
Vysoká	VP	Velký nepříznivý	VD	Vysoká	VHR
Střední	SP	Střední nepříznivý	SD	Střední	SHR
Nízká	NP	Malý nepříznivý	MD	Nízká	NHR

4.4 Harmonogram projektu

Nedílnou součástí každého projektu je časový harmonogram. Rozvrh celého projektu byl stanoven na úvodním workshopu mezi vedením společnosti VOP CZ a společností API. Tento rozvrh byl pro účely projektu této diplomové práce upraven do tabulky č. 7. Měsíce byly pro přehlednost rozděleny pouze do jednotlivých týdnů.

Tabulka 7: Ganttův diagram (Vlastní zpracování)

úkoly, akce	Harmonogram projektu											
	leden				únor				březen			
doba trvání [týden]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
seznámení se s procesem výroby	■											
tvorba procesní analýzy		■										
tvorba technologického stromu		■										
tvorba materiálového toku				■								
tvorba VSM mapy					■	■						
analýza současného stavu výroby							■					
tvorba návrhu nové výrobní linky								■				
tvorba návrhu umístění výrobní linky								■				
zhodnocení vybraných pracovišť									■			
tvorba VSD mapy										■	■	
tvorba budoucí mapy materiálového toku												■
zhodnocení návrhu												■

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY VYBRANÉHO VÝROBKU

Pomocí metody ABC nákladů na výrobu (část ABC analýzy – tabulka č. 8) byla vytipována skupina výrobků, jejichž analýza, by měla značný přínos pro podnik. Po domluvě s projektovým týmem jsem si vybrala skupinu výrobků č. 2, skupinu vidlicových nosníků. Do této skupiny patří 83 typů tohoto výrobku, které se od sebe liší velikostí a tím, zda je na daný typ navařena další komponenta příčný nosník. Proto pomocí další ABC analýzy (ukázka ABC analýzy v tabulce č. 8) bylo určeno 16 typů reprezentujících 80% objemu produkce. Z této skupiny po konzultaci s týmem a mistrem výroby byl vybrán reprezentant č. 3.

Tabulka 8: ABC analýza výrobního sortimentu a ABC analýza rodiny výrobků
(Vlastní zpracování)

Číslo výrobku	Kumulativní % z produkce všech výrobků	Číslo výrobku	Kumulativní % z produkce vidlicových nosníků
1	19	1	13
2	33	2	23
3	44	3	31
4	52	4	39
5	58	5	44
...		...	
ostatní	100	ostatní	100

5.1 Charakteristika vidlicového nosníku

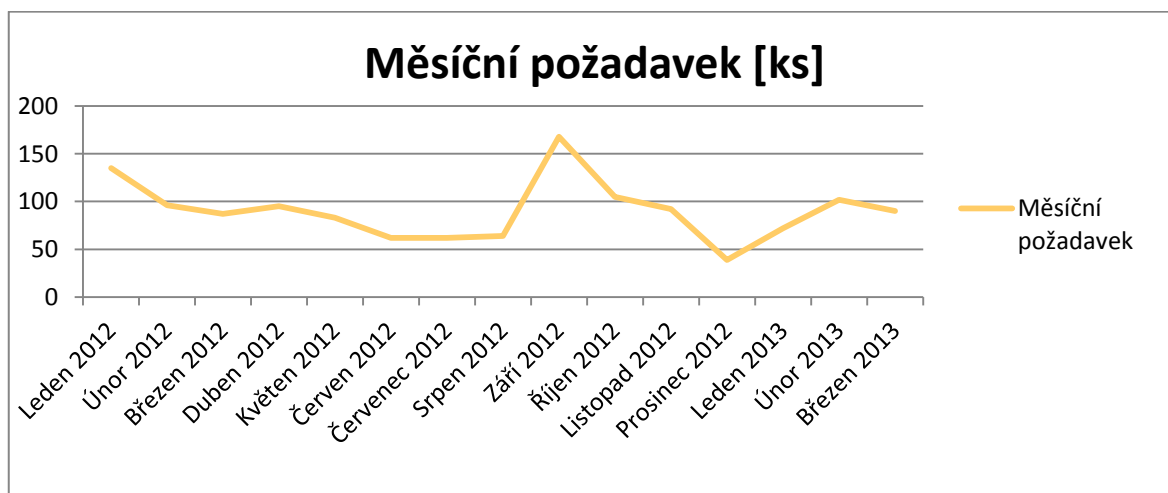
Vidlicový nosník je určen jako komponenta vysokozdvížného vozíku. Je to jeho uchopovací prostředek. Zákazníkem tohoto výrobku je německá firma XY. Samotný výrobek je složen ze tří hlavních částí a to nosníku a dvou vidlic. Samotný nosník má rozměry 516 x 1168 mm a tloušťku 38 mm. Vidlice jsou o velikosti 155 mm x 712,5 mm a tloušťce 35 mm.



Obrázek 14: Vidlicový nosník (Vlastní zpracování)

5.2 Vývoj objemu produkce vidlicového nosníku

V současné době je výroba řízena dle požadavku zákazníka. Objem výroby je podniku znám 12 měsíců předem na bázi měsíčních odvolávek. Díky dvanáctiměsíční lhůtě objednávek zákazníka, není podnik nucen držet velkou zásobu vstupního materiálu. Následující graf zobrazuje průměrný měsíční požadavek vidlicového nosníku. Objednávky se pohybují v rozmezí 40 - 170 ks, průměrně 90 ks měsíčně.



Graf 4: Měsíční požadavek výrobku vidlicový nosník za minulý rok. (Vlastní zpracování)

5.3 Procesní analýza

Procesní analýza byla použita k rozepsání výrobního procesu vidlicového nosníku od počátečního vstupu materiálu až po jeho vstup do expedičního skladu. Výstup této analýzy pro finální výrobek je zobrazen v tabulce č. 9. Ostatní procesní analýzy jsou přílo-

hou této diplomové práce (Příloha PI). Podkladem pro procesní analýzu byly technologické postupy výroby vidlic, nosníku a vidlicového nosníku, layouty výrobních hal a informace získané přímo ve výrobě od pracovníků.

Tabulka procesní analýzy zaznamenává jednotlivé kroky výrobního procesu a jeho přidávající a nepřidávající hodnoty prostřednictvím T_a a T_b časů, vzdálenosti transportů materiálu, směnnost operací a počet pracovníků vtažených do výroby. Jednotlivé časy jsou uvedeny pro 1 ks výrobku. Legenda manipulačních prostředků se nachází pod tabulkou.

Tabulka 9: Procesní analýza výroby vidlicového nosníku (Vlastní zpracování)

Vidlicový nosník výrobní dávka min. 3 ks			manipulační prostředek	operace	transport	kontrola	skladování	vzdálenost transportu (m)	CO - doba trvání přípravy T_b (min)	CT - doba trvání operace T_a (min)	směnnost	počet pracovníků/sm.	počet ks/paleta	
č. operace	činnost	stroj												
1	svařování	panasonic		○					1,25a	4,65a	2	1	3	
2	kontrola					◻								
3	mezisklad na pracovišti						△							
4	transport		VZV, NV		⇒			2a					3	
5	mezisklad na pracovišti						△							
6	transport		VZV		⇒			126,75a					3	
7	mezisklad na pracovišti						△							
8	transport		PV		⇒			2a					3	
9	navěšování		RJ	○					2,5a	0,8064a	3	3		
10	odmašťování			○					0	0,576a	3	3		
11	lakování			○					1,25a	0,92145a	3	3		
12	lakování			○					1,25a	0,92145a	3	3		
13	svěšování		RJ	○					0	0,8064a	3	3		
14	kontrola					◻					3	3		
15	transport		PV		⇒			2a					3	
16	mezisklad na pracovišti						△							
17	balící práce	hořák		○					0	2,0725a	3	1		
18	transport		VZV		⇒			55a					3	
19	expediční sklad						△							
Celkem: - číselnost					7	5	2	5						
- součet času (min)									6,25a	10,7542a				
- vzdálenost (m)								187,75a						

BN	boční nakladač
VZV	vysokozdvíhový vozík
NV	nízkozdvíhový vozík (elektrický paletový vozík)
BZ	boční zakladač
PV	paletový vozík
RJ	ruční jeřáb

Procesní analýza vidlicového nosníku má 19 různých kroků, z toho 7 operací, 5 transportů, 2 kontroly a 5x se zde vyskytuje skladování. Výrobní dávka vidlicového nosníku není

jednoznačná, vyskytují se dávky od 3 ks výše. Čas přidávající hodnotu na 1 ks vidlicového nosníku je 10,7542a min a tento čas vychází z normovaného času na operaci. Průběžná doba výroby bez transportů a skladování je 17a min. Vzdálenost kterou výrobek urazí během výroby je 187,75a m.

5.4 Technologie výroby a jednotlivých pracovišť

Další část analýzy současného stavu se věnuje podrobnému popisu pracovišť, kterými prochází výrobní proces vidlicového nosníku. Informace o jednotlivých pracovištích byly získány osobním pozorováním procesu a měřením přímo ve výrobě. Podkapitoly této části jsou rozděleny na výrobu komponent a finálního výrobku.

5.4.1 Výroba vidlic

- Řezání

Tato technologie dělení materiálu se provádí na pásové pile na kov na hale č. 62. Celé pracoviště zabírá 74,176 m². Na pracovišti je určeno místo na vstupní i výstupní materiál, avšak není nijak barevně vyznačeno. Jsou zde také boxy na kovový odpad. K pracovišti patří ruční jeřáb s nosností 250 kg a ponk s osobními nástroji pracovníků jako jsou např. rukavice a metr. Samotné pracoviště je vhodně umístěno v budově skladu vstupního materiálu, odkud se navezou hranoly plechu, které jsou zde nařezány na dané rozměry a uloženy na paletu.



Obrázek 15: Pásová pila na kov (Vlastní zpracování)

- Tryskání

Tryskání spadá do technologie přípravy materiálu a je prováděno ve stroji Tryskač v hale č. 37. Samotné pracoviště zabírá plochu 151,58 m². Rozměry tryskací kabiny jsou 2000 x 4000 x 6000 mm. Tryská se zde pomocí ocelových kuliček o průměru 1,25 mm a maximální hmotnost tryskaných dílů je 500 kg. Zde se srazí hrany vidlic. V průběhu procesu zde průvodka opouští výrobek a je k němu opět dodána po skončení operace. Vidlice opouští pracoviště na paletě.

- Rovnání

Operace rovnání je prováděna na rovnacím lisu ve stejné hale jako tryskání. Jednotlivé vidlice jsou ustaveny do přípravku a narovnány. Pracoviště má rozlohu 25,8 m² a patří k němu také ruční jeřáb. Toto pracoviště nemá určené místo na vstupní a výstupní materiál. Palety s materiálem jsou navezeny do volného prostoru okolo lisu.



Obrázek 16: Rovnací lis (Vlastní zpracování)

- Frézování a vrtání

Technologie obrábění zastupuje obráběcí centrum Stama v hale č. 4. Rozměry pracoviště jsou 113,28 m². Tento stroj dokáže opracovat obrobky o velikosti až 800 x 300 mm a do hmotnosti 200 kg. Zde jsou vidlice obrobny do požadovaného tvaru. Palety s jednotlivými výrobky je nutno vysokozdvížným vozíkem umístit do vyvýšeného prostoru vstupního materiálu. Samotná manipulace výrobků přímo ve stroji probíhá ručně. Zde jsou poprvé rozlišeny vidlice na levou a pravou. V předchozích operacích byly hranoly zaměni-

telné. Přípravky k tomuto stroji jsou umístěny v polici přes uličku. Jeden přípravek má velikost euro palety. Ke stroji jich patří 14.

- Svařování

Tato technologie se provádí pomocí svařovacího robotu Panasonic na hale č. 37. Pracoviště Panasonic má rozměry 161 m². Maximální rozměr svařence může být 2000 x 800 mm s hmotností do 500 kg. Kolem tohoto pracoviště je kolečková dráha pro usnadnění manipulace palet s materiálem. Zde jsou na vidlice navařeny čepy, které jsou nakupovaným dílem a dopraveny ze skladu hutního materiálu v gitter boxech. Součástí pracoviště je také měřicí stůl pro kontrolu kvality svařence. Po kontrole tu vidlice musí čekat asi 5 hodin na vychladnutí a poté jsou zde spolu s dílem nosníku svařeny dohromady.

5.4.2 Výroba nosníku

- Tryskání

Vstupní materiál – tabule plechu musí být před zpracováním ve výrobě otryskána, kvůli odstranění rzi a nečistot, a aby při další operaci bylo pálení kvalitnější. Tryskání se provádí na zařízení TMV1000 v hale č. 79 a tryská se zde pomocí ocelové drtě, rozměry tryskací kabiny jsou 5000 x 10000 x 35000 mm a maximální hmotnost tryskaných dílů je 100 t. Pracoviště zabírá plochu o 437,1 m². Manipulační prostředek je tu vysokozdvizný vozík.



Obrázek 17: Tryskací zařízení TMV 1000 (VOP CZ,2013b)

- Pálení

Pálení je realizováno na pálicím stroji Corta v hale č. 62. Maximální rozměr plechu je 6000 x 3200 mm. Na tomto stroji lze řezat kyslíkem do tloušťky plechu 200 mm nebo plazmou do tloušťky plechu 100 mm. Samotné pracoviště má rozměry 140,7 m². Je zde

určeno místo pro vstupní i výstupní materiál. Daný plech je zde vypálen do požadovaného tvaru a rozměrů. Výpalky opouští pracoviště na paletě.



Obrázek 18: Pálicí stroj Corta (VOP CZ, 2013b)

- Broušení

Výpalky po pálení musí být zbaveny tzv. okují (okysličené plátky kovu vzniklé při tepelném zpracování materiálu). To se provádí na pracovišti zámečnických prací na stejné hale jako pálení. Pouze ve výrobní hale č. 62 je určeno samostatné pracoviště zámečnických prací. Na ostatních halách se tyto práce provádějí po určených operacích přímo na daném pracovišti. Toto pracoviště tvoří 4 brousící stojany, ruční jeřáb s nosností 250 kg, boxy na kovový odpad a ponky s osobním nářadím pracovníků. Pracoviště má rozměry 78,2 m².

- Rovnání

Rovnění se provádí na rovnacím lisu 2 na hale č. 37. Tento lis tvoří s frézou SSB výrobní linku, která je spojena kolečkovou dráhou, a oba stroje jsou obsluhovány jedním operátorem. Samotné pracoviště rovnání má rozměry 18,9 m². K pracovišti patří také ruční jeřáb s nosností 250 kg. Výrobky zde opouští paletu a pomocí kolečkové dráhy jsou posunuty na další operaci.

- Frézování

Frézování probíhá na portálové frézce SSB. Maximální velikost obrobku je 2000 x 600 mm s hmotností do 1000 kg. Součástí pracoviště je i měřicí stůl pro kontrolu kvality obrobku a pro ruční dobroušení. Celkově má pracoviště frézování rozměry 142,2 m². Po obrobení a kontrole jsou nosníky uloženy opět na paletu.

- Tryskání

Tryskání se provádí ve stejném tryskacím zařízení, jako jsou tryskány vidlice. Při operaci jsou sraženy hrany, obrobený bok a drážky. Jeden z důvodů tryskání je i následná lepší přilnavost barvy při operaci lakování.

5.4.3 Vidlicový nosník

- Svařování

Svařování probíhá ve stejném svařovacím robotu, jako jsou svařovány vidlice. Na nosník jsou zde navařeny obě vidlice a ještě 4 ks držáků – 2 ks držáku nosníku a 2 ks držáků na hydraulické hadice Pracoviště svařenec opouští na paletě.

- Lakování

Proces lakování probíhá na lince povrchové úpravy Galatek v hale č. 36. Tento proces začíná operací navěšování. Dále je potřeba vidlicové nosníky odmastit, kvůli přilnavosti laku. Po odmaštění je výrobek nalakován základní barvou a po usušení opět nalakován barvou finální. Tato linka má rozměry 1074,01 m². V procesu lakování se používají apalné nátěrové hmoty syntetické, polyuretanové, vodou ředitelné a epoxidové. Velikost lakovací kabiny je 6400 x 4000 x 4000 mm a maximální hmotnost dílů je 1000 kg. Po svěšení jsou nalakované díly uskladněny na paletě.

- Balení

Vidlicové nosníky jsou v této operaci baleny pomocí hořáku do plastové fólie. Toto pracoviště nemá přímo určeny své prostory. Balení probíhá v prostoru 253,8 m² na hale lakovny. Zabalené palety jsou odtud převáženy do skladu expedice.

5.5 Analýza toku materiálu a rozpracované výroby

Pro přehlednost byla vytvořena mapa materiálových toků, viz obrázek č. 19. Přesun materiálu realizují manipulanti. Každá hala má své pracovníky, kteří zajišťují pohyb materiálu uvnitř haly i mezi halami.

Hutní materiál pro výrobu je umístěn v hale č. 62, ve skladu vstupního materiálu. Případně v prostorách určených pro skladování za budovou skladu. Vstupní materiál pro první operaci, dováží boční nakladač z venkovního skladu na pracoviště řezání. Jedná se o dlouhé hranoly, svázané po 8 kusech. Odtud jsou nařezané vidlice převáženy na paletě vysokozdvížným vozíkem na otryskání do haly č. 37. Zde je materiál vyrovnán na

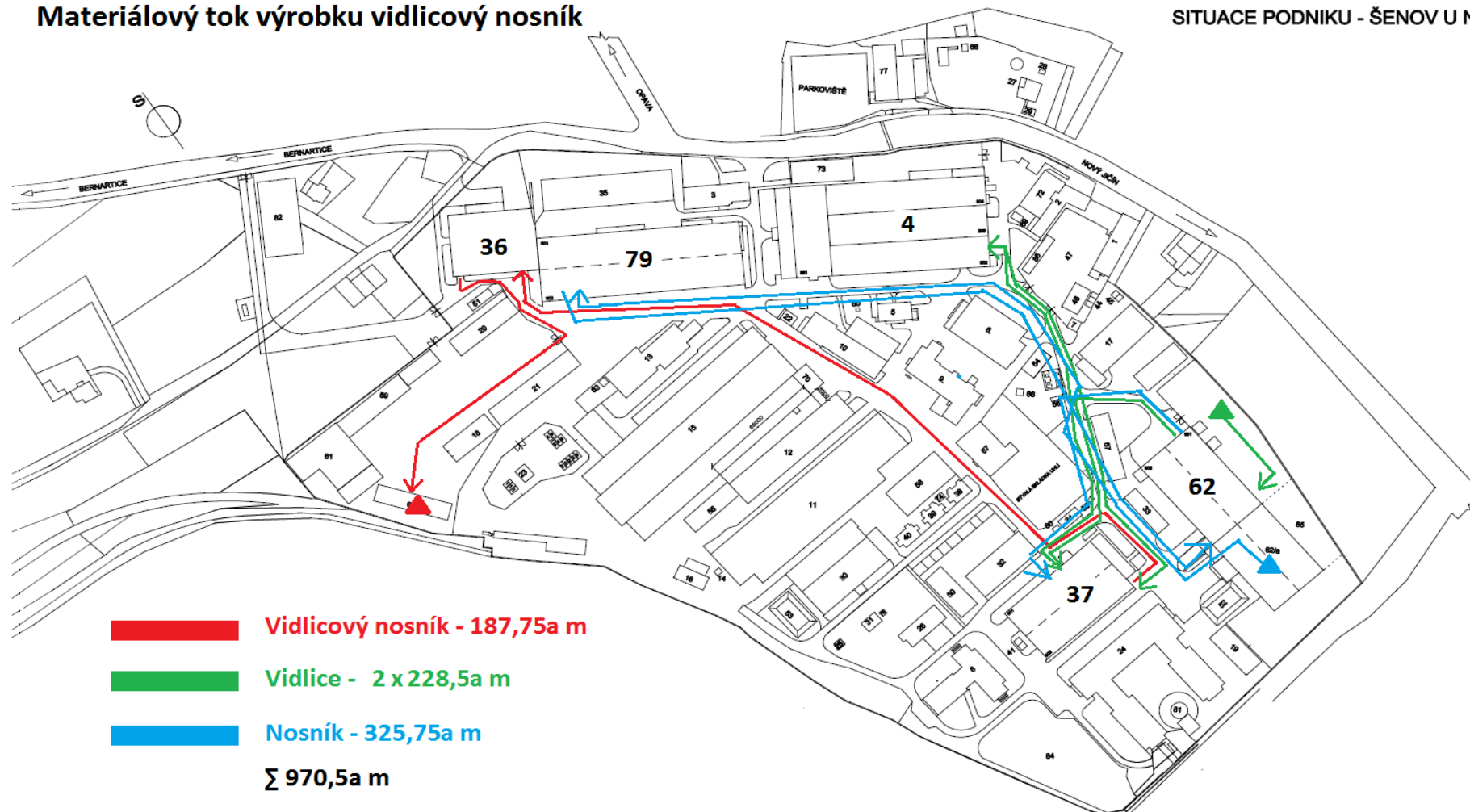
dopravník a otryskán. Z pracoviště tryskání, je paleta s hranoly vidlic převezena elektrickým paletovým vozíkem nebo vysokozdvížným vozíkem na pracoviště rovnání. Zde jsou hranoly narovnány a přeskládány na další paletu. Odtud je paleta s materiálem převezena vysokozdvížným vozíkem na skladovací místo vstupního materiálu pracoviště frézování a vrtání do haly č. 4. Ze skladovacího místa jsou vidlice bočním zakladačem předány přímo na pracoviště. Po obrobení jsou vidlice přeskládány na paletu a převezeny bočním zakladačem na skladovací místo výstupního materiálu. Dále je paleta s obrobky převezena vysokozdvížným vozíkem zpět na halu č. 37 na pracoviště svaření. Vstupní materiál, čepy, je na pracoviště dopraven vysokozdvížným vozíkem v gitter boxech ze skladu (hala č. 62). Po svaření jsou vidlice uloženy do gitter boxů, kde materiál čeká na nosník.

Materiál pro výrobu nosníků je z budovy skladu č. 62 převezen bočním nakladačem nebo vysokozdvížným vozíkem. Jedná se o tabule plechu, které musí být před operací pálení otryskány. Tryskací stroj je umístěn na hale č. 79. Ze skladovacího místa jsou tyto tabule pomocí vysokozdvížného vozíku umístěny do tryskacího stroje a po otryskání uloženy na skladovacím místě. Otryskané tabule jsou pomocí vysokozdvížného vozíku nebo bočního nakladače převezeny zpět na halu č. 62 na pálicí stroj. Po vypálení jsou nosníky uloženy na paletu a pomocí vysokozdvížného vozíku nebo elektrického paletového vozíku převezeny na pracoviště broušení. Obroušené nosníky jsou na paletě pomocí vysokozdvížného vozíku převezeny do budovy č. 37 na operaci rovnání. Zde nosníky opouštějí paletu a po rovnání jsou na další operaci přesunuty pomocí kolečkové dráhy přímo do frézky. Po ofrézování jsou nosníky uloženy opět na paletu a vysokozdvížným vozíkem nebo elektrickým paletovým vozíkem převezeny k otryskání. Zde jsou nosníky umístěny na dopravník a otryskány. Poté je paleta přesunuta vysokozdvížným vozíkem nebo elektrickým paletovým vozíkem na pracoviště svařování, kde jsou svařeny jednotlivé komponenty dohromady, a vzniká vidlicový nosník.

Vidlicový nosník je na paletě převezen vysokozdvížným vozíkem do lakovny (hala č. 36), kde jsou jednotlivé komponenty pomocí ručního jeřábu navěšeny a procesem lakování prochází za pomoci kolejnicového systému. Po lakování jsou výrobky opět ručním jeřábem svěšeny na paletu a pomocí paletového vozíku přemístěny k operaci balení. Po zabalení je paleta s finálními výrobky převezena vysokozdvížným vozíkem do expedice do haly č. 60.

Materiálový tok výrobku vidlicový nosník

SITUACE PODNIKU - ŠENOV U N.J.



Obrázek 19: Materiálový tok výrobku vidlicový nosník v areálu VOP CZ (Vlastní zpracování)

Celkově materiál nacestuje po celém závodě při výrobě 970,5a m. Především bylo navrženo změnit umístění tryskacího zařízení TMV 1000. Jelikož všechny tabule plechu, které se pálí, musí být otryskány, nacestuje nejdříve tento materiál 243a, než může být zpracován.

5.6 Analýza informačního toku

Informace o zpracování informací v podniku byly získány z rozhovoru s vedoucím odboru plánování. Společnost VOP CZ využívá pro sběr a analýzu informací tři softwarů. Řídicí systém pro plánování QAD enterprise application, systém Sysklass pro automatizaci předvýrobních etap a pro mzdový systém slouží aplikace Palstat CAQ.

5.6.1 Vyřízení požadavku zákazníka

Jak již bylo uvedeno výše, podnik plánuje výrobu dle požadavku zákazníka. Objem výroby je odboru plánování znám 12 měsíců předem na bázi měsíčních odvolávek. Tato doba je dána tím, že společnost je státní podnik a veškerý nakoupený materiál musí projít cestou veřejné zakázky. Společnost komunikuje se zákazníkem pomocí elektronické výměny dat EDI, kdy jsou objednávky 3x týdně aktualizovány. Přesnost předpovědi 95%. Stává se, že zákazník uvede změnu objednávky 10 dní před dodáním u 5 % zakázek. Pro výrobu je plánován lead time 5a dní.

MRP systém rozloží požadavek na jednotlivé komponenty a všechny typy výrobků řadí k sobě v týdenním intervalu. Tím vznikne pracovní příkaz se statusem P – proposal (česky návrh). Tento příkaz čeká na schválení odborem plánování, který vyhodnotí výrobní kapacity. Pokud je vše v pořádku, je status pracovního příkazu změněn na R – released (česky uvolněno). Dále je schválený pracovní příkaz v tištěné podobě doručen mistrům první pracovní operace vždy minimálně 4 dny před samotnou výrobou.

Mistr na základě doručených pracovních příkazů zadá informace do softwaru. Aplikace APS zohlední kapacity strojů a definuje priority, avšak finální výrobní plán si tvoří mistr sám. Tento finální výrobní plán není nikde evidován. Dále pak mistr vytiskne ze systému průvodní listy a doručí je na pracoviště prvního pracovního úkonu, odkud putují průvodní listy s výrobní zakázkou. Průvodní listy obsahují identifikační údaje o zakázce, výrobní množství a informace pro jednotlivé operace. Mezi tyto informace mimo jiné patří Ta a Tb časy, návod, vstupující díly a čárové kódy jednotlivých operací, které si načítají operátoři pracující na dané zakázce.

5.6.2 Výběr dodavatele

Na své dodavatele musí firma vypisovat veřejné zakázky. Toto řízení probíhá na čtvrtletní bázi. Objednání materiálu od tohoto dodavatele probíhá v následujících krocích. Vytvoření požadavku trvá jeden den. Odpovědí je cenová nabídka, jejíž schválení trvá 1-3 dny. Nákupy do 50 000 Kč schvaluje sám nákupčí. O nákupu v rozmezí 50 000 – 100 000 Kč rozhoduje pracovník operativního nákupu. 100 000 Kč – 1 000 000 Kč nákup schvaluje výrobní ředitel a nákupy nad 1 500 000 Kč řídí generální ředitel. Dalším krokem je kontrola schválení a odeslání objednávky trvající 1 den. Dodání materiálu je obvykle 2 – 3 dny po objednání. Celkově se tedy doba od objednání po doručení materiálu u vybraného dodavatele pohybuje mezi 5 – 8 dny.

Poptávka u dodavatele, který nebyl vybrán ve veřejné zakázce, probíhá na základě poptávkového řízení a to pouze pro položky, které nebyly ve výhledu (výrobní zakázka změněna zákazníkem). Poptávky jsou rozeslány dodavatelům a jejich nabídky jsou porovnány dle kritérií ceny a termínu dodání. Tento proces trvá 2 – 5 dnů. Objednání materiálu u vítězného dodavatele probíhá dále stejně jako u čtvrtletního dodavatele kdy prvním krokem je vytvoření požadavku. Celkově se doba doručení materiálu prodlouží o 2 – 5 dnů.

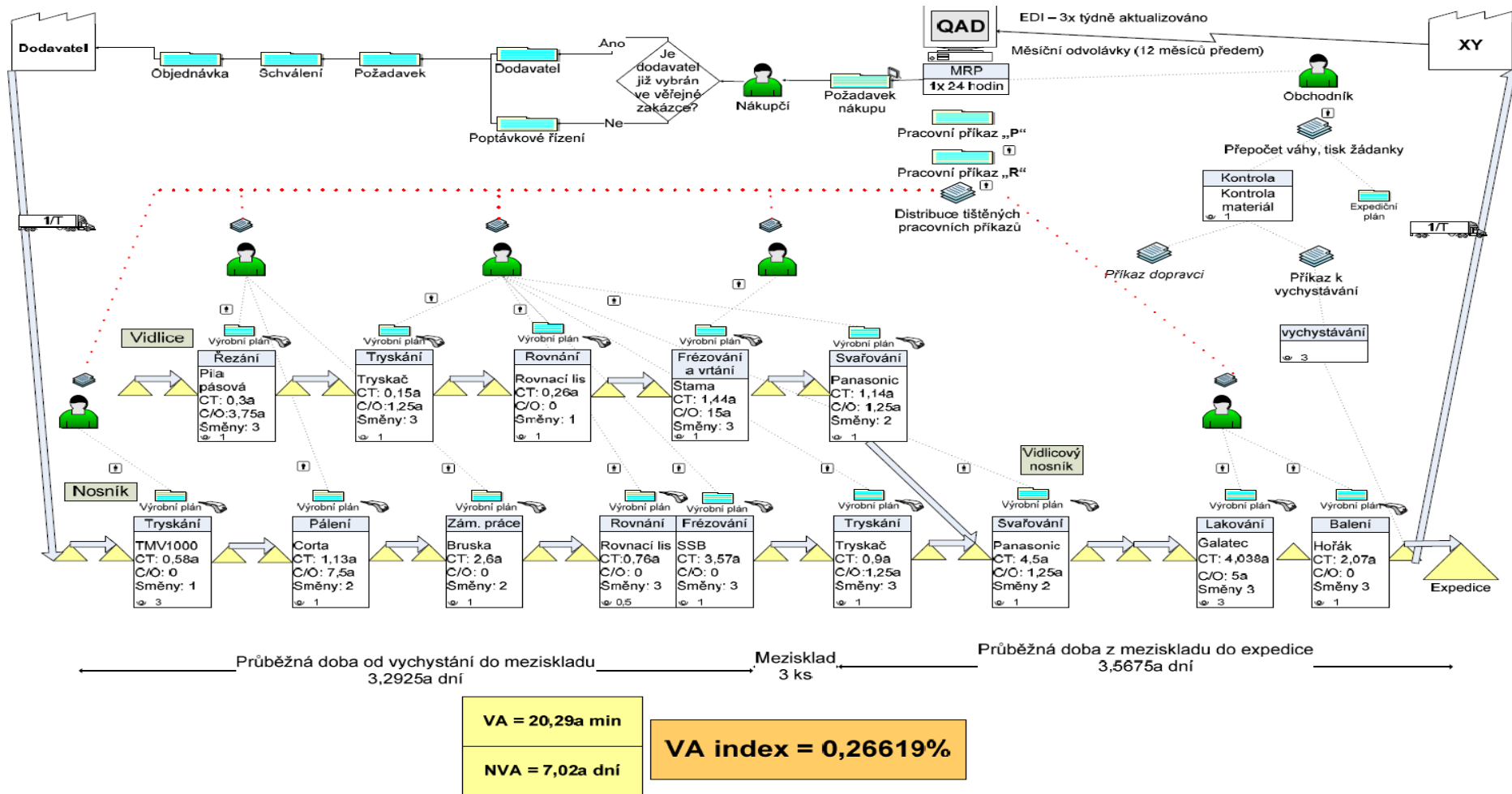
5.6.3 Vychystání materiálu a expedice

Vychystání materiálu ze skladu vstupních materiálů probíhá na základě objednávky mistra. Podle finálního výrobního plánu mistr objednává materiál telefonicky, emailem nebo osobně a materiál je vyskladněn v požadovaný den na pracoviště. Výdej materiálu z meziskladu trvá 1 – 4 dny na základě emailové objednávky mistra.

System MRP odešle objednávku obchodníkům na expedici. Ti na základě této příchozí objednávky přepočítají váhu a ložné metry na kamion a vytisknou žádanky. Vše je zaevidováno do expedičního plánu. Dále je provedena kontrola materiálu v PC a fyzická kontrola na skladě. Samotný materiál by měl být na expedici 4 dny před plánovanou expedicí. Pokud materiál chybí, obchodník kontaktuje výrobu. Pokud je vše v pořádku, je odeslán příkaz dopravci 2 – 3 dny před plánovanou expedicí. Také je vydán příkaz k vychystávání, podle kterého pracují manipulanti na skladu.

5.7 Vytvoření současné mapy hodnotového toku

Pomocí mapy VSM vidíme tok hodnoty a jeho úzká místa. Následující VSM mapa (obrázek č. 20) byla sestavena ke dni 21. února a podklady pro její sestavení byly získány z předchozích analýz.



Obrázek 20: Mapa současného stavu toku hodnot (Vlastní zpracování)

Cílem vytvoření mapy hodnotového toku je zobrazit proces a analyzovat přidanou a nepřidanou hodnotu, průběžnou dobu výroby a hlavě stavy zásob.

Zákazník XY požaduje průběžnou dobu výroby 5a dní avšak společnost vyrábí výrobky v čase 7,01a dní. Právě tento fakt působí na stav zásob. Jelikož výroba není schopná dosáhnout požadovaných 5a dní, drží si vysoké procento zásob. To potvrzuje také veliké množství meziskladů na jednotlivých pracovištích. Tyto zásoby nejenže vážou kapitál (společnost drží ve výrobě vidlicových nosníků zásoby ve výši 3 511 731,25a Kč), ale především zabírají místo na halách, což komplikuje samotnou výrobu. Fotodokumentace stavu zásob je přílohou této diplomové práce (Příloha PII).

Jelikož výroba neprobíhá ve stejných dávkách, byl v rámci týmu zvolen ke zjištění indexu přidané hodnoty následující výpočet:

$$VA_{index} = \frac{\sum CT}{PVD - \sum CT} \cdot 100 [\%] \quad (2)$$

$$PVD = LT_1 + LT_2 + LT_3$$

$$LT_1 = \text{průběžná doba od vychystání do meziskladu}$$

$$LT_2 = \text{průběžná doba v meziskladu}$$

$$LT_3 = \text{průběžná doba z meziskladu do expedice}$$

Jednotlivé časy LT byly vypočítány z dat získaných z informačního systému podniku. Při výrobě vidlicového nosníku je čas přidávající hodnotu pouze 27,05a minut, oproti 7,02a dní, kdy hodnota přidávána není. VA_{index} činí 0,2678%. Úzkým místem ve výrobě je operace svařování ve svařovacím robotu Panasonic. Takt time výroby vidlicových nosníků je 7,96a min/ks. Žádný z cyklových časů nepřevyšuje tento čas. Úzké místo procesu má cyklový čas 4,5a min.

5.8 Analýza práce a zhodnocení vybraných pracovišť

Tato kapitola se věnuje doplňující analýze práce a zhodnocení vybraného pracoviště.

5.8.1 Analýza práce pracoviště svařování

Jako doplňující analýza ke zhodnocení úzkého místa byla zvolena technika snímku pracovního dne. Operátor robota a samotná práce stroje byla za pomoci stopek

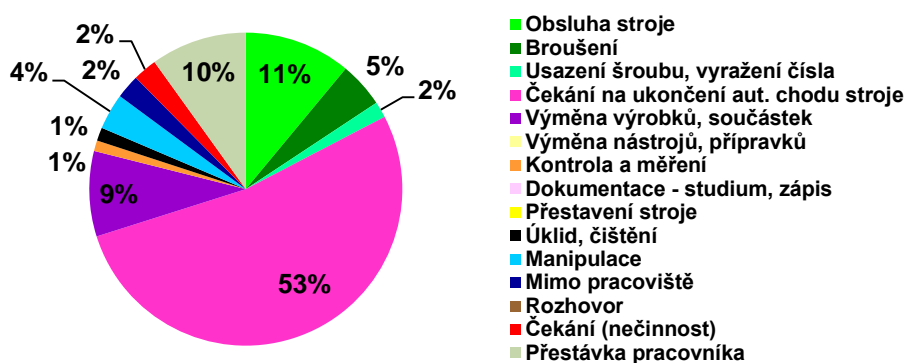
a záznamového archu sledována dne 20. 3. 2013 na ranní směně od 6:00 – 14:00. Výsledky byly zaznamenány do jednotlivých kategorií, viz tabulka č. 10.

Tabulka 10: Definované kategorie pro analýzu práce operátora (Vlastní zpracování dle API, 2012)

Obsluha stroje
Broušení
Usazení šroubu, vyražení čísla
Čekání na ukončení aut. chodu stroje
Výměna výrobků, součástek
Výměna nástrojů, přípravků
Kontrola a měření
Dokumentace - studium, zápis
Přestavení stroje
Úklid, čištění
Manipulace
Mimo pracoviště
Rozhovor
Čekání (nečinnost)
Přestávka pracovníka

Práce operátora spočívala v zakládání vidlic a čepů do přípravku robota a jejich následné vyjmutí a kontrola. Další pracovním úkolem bylo založení nosníku a vidlic do přípravku a následně svařený vidlicový nosník zkontrolovat, zabrousit, nasadit šrouby a vyrazit značku výrobku. Výsledky byly zpracovány do grafu č. 5.

Operátor svařování



Graf 5: Výsledky snímku pracovního dne (Vlastní zpracování)

Pracovník strávil 53% pracovní směny čekáním na ukončení automatického chodu stroje, tedy nečinností. Po spuštění robota, není nutnost práci robota kontrolovat, či nějak fyzicky

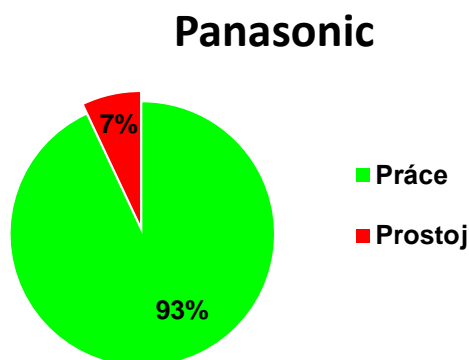
zasahovat do procesu. Tento čas trávil pracovník rozhovory a kouřením s kolegy z ostatních svařovacích robotů, kteří mají podobný pracovní režim. Obsluhou stroje strávil pracovník 11% své pracovní doby. Toto procento je poměrně vysoké z důvodu výměny svařovacího drátu. 7% pracovní doby strávil pracovník dodatečným oprávněním vidlic nebo vidlicových nosníků. Ačkoliv má hala svého manipulanta, sledovaný operátor si materiál dovezl sám a také hotové kusy sám pomocí vysokozdvizného vozíku umístil k vratům pro dalšího manipulanta, který vidlicové nosníky odváží na lakovnu. 2% pracovní doby strávil operátor mimo pracoviště a to z důvodu sdílení posuvného měřidla s dalším pracovníkem. Operátor tedy často odbíhal zapůjčit si toto měřidlo. Na přestávku pracovník odešel 4 minuty před oficiálním začátkem, avšak na pracovišti byl již 10 minut před jejím ukončením. Dokumentaci pracovník používal minimálně, pouze pro studium správných rozměrů. Co se týče časových norem, pracovník má stanoveny normy, které se vztahují k práci robota. Následné operace (broušení a umístění šroubů) nemají žádnou časovou normu. Pro kontrolu proběhlo několik náměrů svařování. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce č. 11.

Tabulka 11: Porovnání norem přímým měřením (Vlastní zpracování)

Spotřeba času (min)	Přirážka %	Spotřeba času přirážkou (min)	Spotřeba času VOP (min)	Odchylka (%)
4,825a	10	5,31a	4,5a	17,94444

Výsledkem porovnání norem bylo zjištěno, že reálný čas operace trvá déle, než je stanovena norma.

Práce stroje byla analyzována pouze ve dvou kategoriích a to práce nebo prostoj. Výsledky této analýzy jsou zobrazeny v grafu č. 6.



Graf 6: Analýza práce svařovacího robotu (Vlastní zpracování)

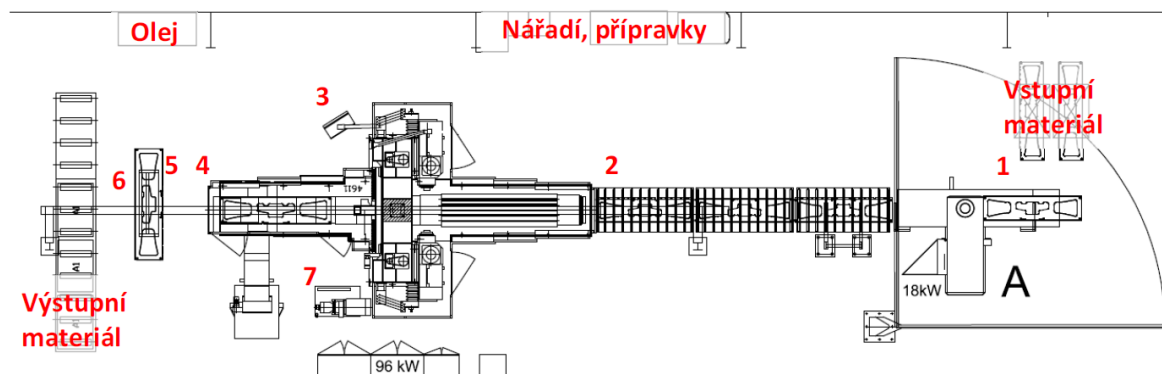
Svařovací robot Panasonic má tři zakládací boxy. Pokud probíhá svařování v jednom z boxů, v ostatních boxech může být přítomen pracovník a vyměnit svařené výrobky za další. Za dobu pozorování byl svařovací robot spuštěný i přes přestávku pracovníka. 7% prostoje způsobila výměna svařovacího drátu a jedna porucha. Došlo k zastavení robotu, ale po opětovném spuštění robot pracoval dál. Obsluha stroje spočívá pouze v zakládání výrobků a občasná kontrola, jestli nedošlo k zastavení či poruše.



Obrázek 21: Svařovací robot (Vlastní zpracování)

5.8.2 Zhodnocení pracoviště rovnání a frézování

Jako další pracoviště ke zhodnocení bylo vybráno pracoviště rovnání a frézování, které patří k nejvytíženějším z hlediska počtu směn. Pro dokreslení informací o výrobě bylo toto pracoviště zmapováno podrobněji, a to i z hlediska administrativy, vizualizace, dodržování standardů či norem a ergonomie. Přes toto pracoviště protéká výroba nosníku. Tabule plechu je již otryskána, vypálena a obroušena na pracovišti zámečnických prací. Podrobný popis pracoviště vidíme na obrázku č. 22. Kde čísla 1 – 7 jsou operace, které pracovník vykonává.

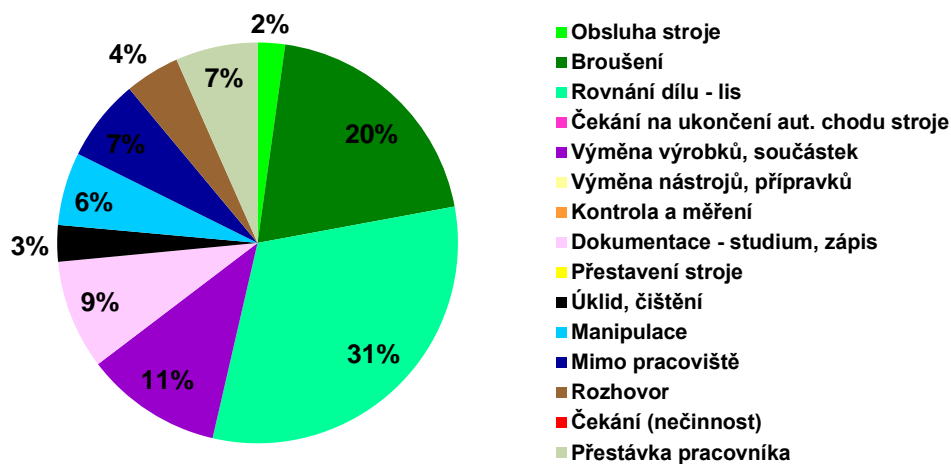


Obrázek 22: Popis pracoviště rovnání a frézování (Vlastní zpracování)

Pracovník nosníky zpracovává v následujících krocích: 1 – rovnání nosníku, 2 – založení dílu do frézky, 3 spuštění obráběcího programu na ovládacím panelu, 4 – vyjmutí nosníku a uložení na měřicí stůl, 5 – broušení a kontrola nosníku po obrábění, 6 – uložení dílu na paletu a 7 – dolévání oleje do frézky.

Jako první analýza byl opět zvolen snímek pracovního dne. Kategorie hodnocení zůstaly stejné (Tabulka č. 10), avšak místo usazení šroubu zde byla změněna činnost na rovnání nosníku na lisu. Operátor byl snímkován 21. 3. 2013 na ranní směně od 6:00 – 14:00. Výsledky této analýzy jsou zobrazeny v grafu č. 7.

Operátor frézování a rovnání



Graf 7: Výsledky snímku pracovního dne (Vlastní zpracování)

Operátor obsluhuje dva stroje a to rovnací lis a frézku SSB. V překrytém čase frézování operátor rovná další díly, či brousí hotové kusy. Operátor strávil 20% pracovní doby broušením a finální úpravou hotových dílů a 31% rovnáním nosníků před samotným frézováním. 11% pracovní doby zakládal či vyjímal nosníky na operaci rovnání nebo frézování. 9% času strávil pracovník u dokumentace při změně typu výrobku. Toto procento je poměrně vysoké, protože pracovník nemohl najít příslušnou průvodku. Dále nastal stejný problém jako u operátora svařování, přestože hala má svého manipulanta, musel si operátor některý materiál přichystat svépomocí. 7% času strávil pracovník mimo pracoviště z důvodu hledání řezných plátků pro frézovací centrum a také si pracovník šel doplnit brusný papír pro ruční brusku. Přestávku si pracovník neprodloužil a přišel včas.

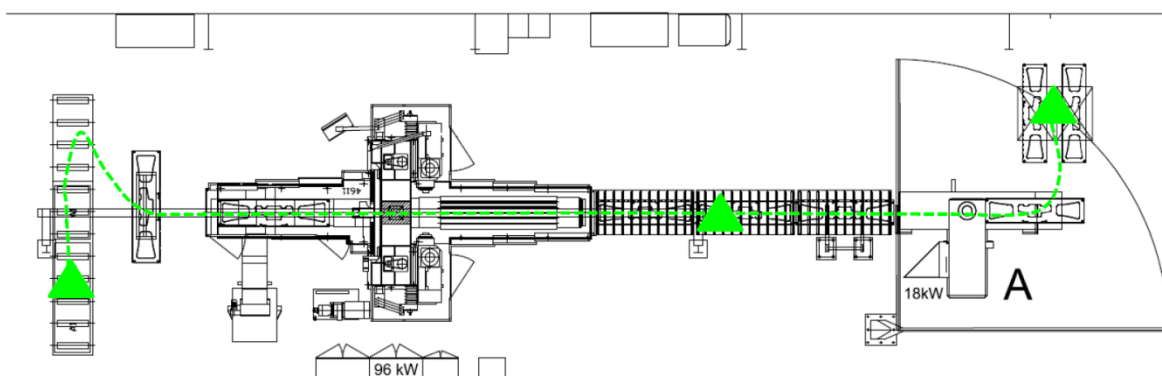
Jako v předchozím případě byl změřen čas frézování a porovnán se stanovenou normou.

Tabulka 12: Porovnání norem přímým měřením (Vlastní zpracování)

Spotřeba času (min)	Přirážka %	Spotřeba času přirážkou (min)	Spotřeba času VOP (min)	Odchylka (%)
1,28a	10	1,4a	1,44a	2,604

Reálný čas výroby se opět neshodoval s normou, která byla mírně nadhodnocená. Rozdíl byl však necelé 3%.

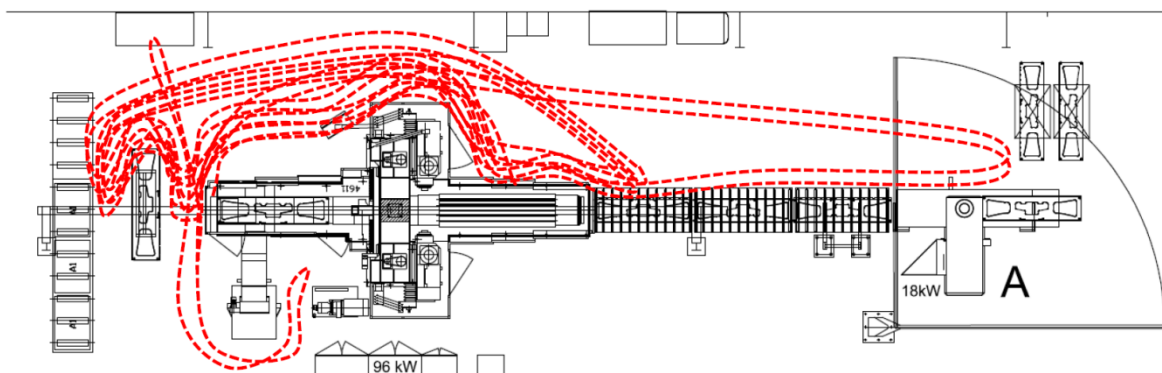
Materiálový tok na pracovišti je zaznamenán na obrázku č. 23.



Obrázek 23: Materiálový tok na pracovišti rovnání a frézování. (Vlastní zpracování)

Vstupní materiál je na pracoviště dovážen na paletě v maximálním počtu 8 ks/paleta. Pracovník obvykle při rovnání na rovnacím lisu zpracuje 2 – 8 ks nosníků, které pak čekají na frézování před frézku SSB na kolečkové dráze. Obrobené nosníky jsou skladovány na paletě na kolečkové dráze, odkud je odváží manipulant na další výrobní operaci.

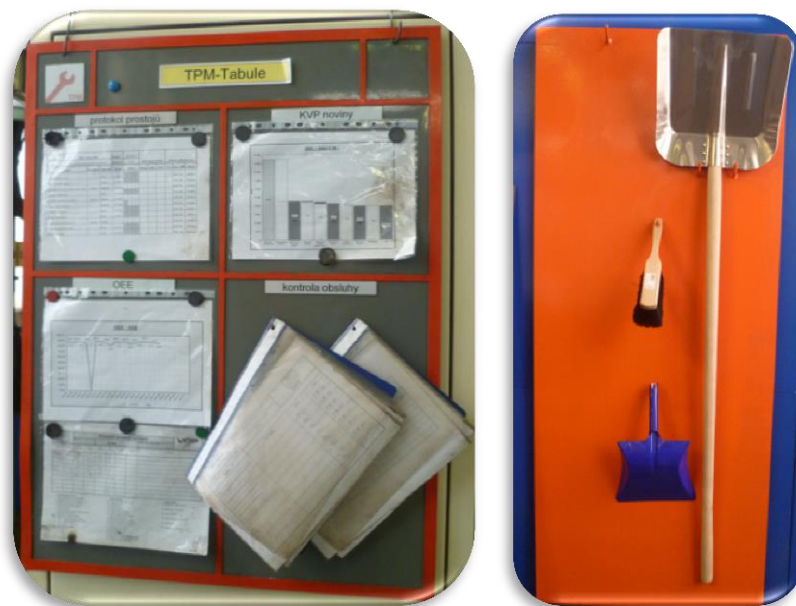
Pohyb operátora zobrazuje špagetový diagram, obrázek č. 24.



Obrázek 24: Špagetový diagram operátora pracoviště rovnání a frézování (Vlastní zpracování)

Operátor se pohybuje především po vyznačené trajektorii mezi operacemi 2 – 6. Tato cesta je vykonána tolikrát, kolik je vyrobených kusů za směnu. Na operaci 1 chodí pracovník méně, protože si při rovnání, zpracuje více kusů najednou. Doplnění oleje (operace 7) je prováděna asi 1x za 2 hodiny. Cesta z operace 1 na operaci 6 je dlouhá asi 22 metrů.

Celkově je na pracovišti vidět snaha podniku o zavedení některých metod průmyslového inženýrství jako jsou např. 5S a TPM. Na pracovišti se nachází tabule na úklidové prostředky a TPM tabule se záznamovým archem protokolu prostoje a OEE. Ovšem tabule je pouze inspirativní, tabulky a grafy jsou pouhou ukázkou toho, jak by to mělo do budoucna vypadat, ale záznamy prostoje nebo měření ukazatele OEE neprobíhá.



Obrázek 25: Vizualizace na pracovišti (Vlastní zpracování)

Příslušenstvím pracoviště rovnání a frézování je pracovní stůl s dokumentací, kterou tvoří technologické postupy výrobků. Tato dokumentace však není kompletní a některé pracovní postupy jsou ve špatném stavu (špinavé, natržené, zmačkané).



Obrázek 26: Dokumentace na pracovišti (Vlastní zpracování)

Na pracovišti nejsou zavedené standardy úklidu, přetypování nebo rozmístění nástrojů. Nástroje jsou uloženy v poncích s osobními nástroji pracovníků a v TPM skříně. Název této skříně je opět pouze inspirativní, uvnitř se nacházejí různé předměty od šroubků posuvných měřidel, hadrů a výměnných plátek nožů i hrníčky na kávu. Uložení těchto předmětů je spíše nahodilé. Pro přetypování slouží vozík na přípravky ke stroji. Úklid je prováděn zpravidla na konci směny a to vymetením špon a ostatních nečistot ze stroje a okolo stroje. Co se týče vizualizace, ve výrobě je použita pouze žlutá barva pro vyznačení logistických cest. Ostatní barvy ani jejich významy nejsou ve výrobě využity.

Pracoviště je částečně vybaveno ergonomickými podložkami. Další pomůckou ulehčující práci operátorů jsou dva jeřáby vybavené magnety a kolečková dráha usnadňující pohyb nosníků po pracovišti. Avšak některá kolečka u kolečkové dráhy rovnacího lisu chybí nebo jsou zadřená, proto pracovník musí vynaložit větší úsilí při pohybu nosníkem. Další operací, náročnou z hlediska ergonomie, je uložení obroušených a zkontrolovaných nosníků na paletu. Ačkoliv je k dispozici jeřáb, musí se pracovník sehnout s výrobkem a odpojit magnety. Fotodokumentace pracoviště a identifikace plýtvání je obsahem přílohy PIII.

6 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

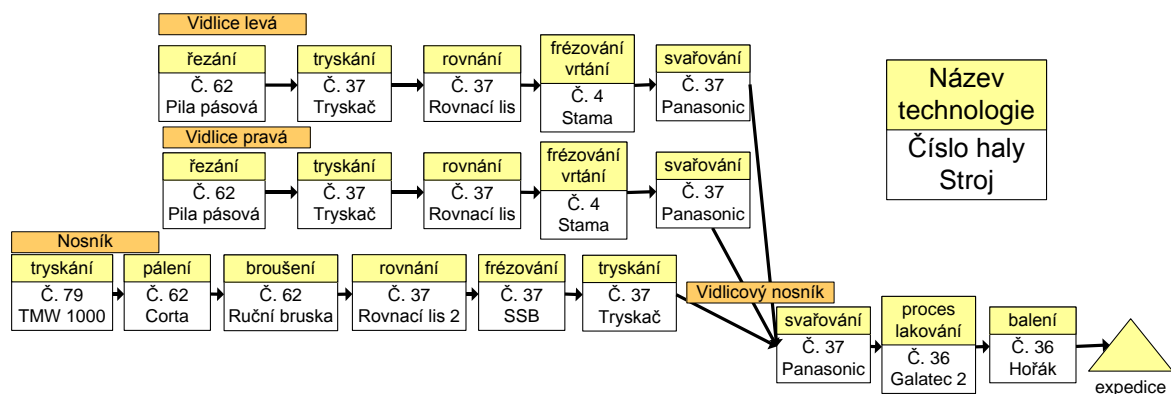
Pomocí metody ABC byl vybrán pro analýzu hodnotového toku výrobek vidlicový nosník. První seznámení se s průběhem výroby proběhlo při sběru dat a vytváření procesní analýzy. Procesní analýza odhalila četnost transportů, operací a skladování. Dále vidíme počet pracovníků a mistrů vtažených do výroby a další údaje týkající se výroby. Sumarizace procesních analýz je zobrazena v tabulce č. 13.

Tabulka 13: Sumarizace procesních analýz (Vlastní zpracování)

	Četnost/délka
operace	23
transport	25
skladování	39
Σ CT	27,05a
Σ C/O	57,25a
Σ m	970,5a
Mistři	5
Pracovníci	15

Materiál prochází 18 operacemi a je 25krát převážen. Při této manipulaci urazí materiál 970,5a metrů. Jelikož technologický postup nelze měnit, při vypracování analýzy budoucího stavu bude pozornost zaměřena především na počet meziskladů na pracovišti a vzdálenost transportů s cílem snížení jejich četností a velikostí.

Další krok analýzy současného stavu se zabývá technologií výroby a podrobným popisem jednotlivých pracovišť. Celkové shrnutí je zobrazeno v technologickém stromu výrobku na obrázku č. 27.



Obrázek 27: Technologický strom výrobku vidlicový nosník (Vlastní zpracování)

V každém poli je uveden název technologie, číslo haly, ve které daný proces probíhá a konkrétní stroj. Z tohoto stromu je také patrné, kde jednotlivé komponenty vstupují do finálního výrobku. Tato analýza potvrdila fakt, že uspořádání pracovišť v jednotlivých halách je spíše technologické. Do konceptu budoucího stavu výrobního toku bude navrženo předmětné uspořádání haly pro výrobu vidlicového nosníku. Dalším výstupem analýzy je také získání informací o příslušenství jednotlivých pracovišť a jejich rozměrech, které budou následně využity při návrhu budoucího výrobního toku.

Analýza materiálového toku graficky i slovně popisuje cestu materiálu při jeho zpracování. Jak již bylo řečeno výše, cílem v návrhu budoucího stavu je minimalizace manipulace materiálu. Kritickým bodem je určena operace tryskání. Tato technologie by měla být umístěna v okolí skladu hutního materiálu.

Analýza informačního toku se zabývá získáváním a zpracováním informací v podniku. Společnost využívá pro řízení výroby dva programy, QAD a Sysklass. Požadavky zákazníka jsou známy podniku s přesností 95% až 12 měsíců dopředu, což dává podniku prostor pro vhodné rozplánování výroby. Výroba je plánována s lead timem 5a dní. Materiál je dodáván zpravidla 1x týdně, proto musí podnik držet týdenní zásobu. Za problémové místo, je považován finální výrobní plán, který si tvoří každý mistr dle sebe a není nikde evidován nebo digitalizován.

Informace z předchozích analýz byly využity k sestavení mapy hodnotového toku. Výstupem této mapy bylo zjištění, že zatímco plánovaná výroba by měla trvat 5a dní, ve skutečnosti se vidlicový nosník vyrábí 7,02a dne. Tento rozdíl zakrývá vysoká rozpracovanost a množství meziskladů u jednotlivých pracovišť. VA index výroby vidlicového nosníku je 0,2678%. Úzkým místem ve výrobě je operace svařování, které má cyklový čas 4,5a minut. Vytvořená VSM mapa bude využita pro plánovaný workshop se zaměstnanci při tvorbě mapy budoucího stavu.

Doplňující analýza byl snímek pracovního dne obsluhy stroje Panasonic. Jelikož pracovník více jak polovinu své pracovní doby čeká na dokončení chodu stroje, bude do nového návrhu uspořádání výrobního toku navržena více - strojová obsluha.

Dalším hodnoceným pracovištěm bylo pracoviště rovnání a frézování. Toto pracoviště bylo zhodnoceno z hlediska administrativy, vizualizace, standardů, norem a ergonomie. Pracoviště, ačkoliv má zvolené místo na vstupní materiál, není toto místo nijak barevně vyznačeno. Tabule TPM a TPM skříň jsou pouze inspirativní, reálně se žádné hodnoty

neměří ani nezapisují, po otevření skříně bylo zjištěno, že věci jsou v ní uloženy zcela nahodile. Pracoviště má pouze vizualizovanou tabuli pro úklidové prostředky. Na pracovišti chybí standardy úklidu, nebo vizualizované pracovní postupy. Současná dokumentace postupu výroby je v nedostačujícím stavu. Pracoviště je vybaveno částečně ergonomickými podložkami a pro ulehčení manipulace jsou na pracovišti jeřáby či kolečková dráha. Analýza snímku pracovního dne ukázala, že pracovník zcela zbytečně strávil 16% pracovní doby získáním nové dokumentace a potřebných pomůcek. Do návrhu nového výrobního toku tento fakt bude podkladem pro zavedení vizualizace a 5S do výroby.

7 NÁVRH NOVÉHO VÝROBNÍHO TOKU

Jako výchozí metoda pro návrh nového výrobního toku byla zvolena mapa budoucího toku. Jako vstupní informace budou použity návrhy z analýz současného stavu.

7.1 Návrh výrobní linky vidlicových nosníků

Prvním krokem je vytvoření návrhu výrobní buňky pro výrobu vidlicového nosníku. Protože strojní zařízení není využíváno pouze pro tuto výrobu, vznikla tabulka č. 14. Vstupním údajem tabulky byla roční požadovaná kapacita pro vybraných 16 typů vidlicového nosníku. Tato data byla vynásobena koeficientem OEE a procentem z ABC analýzy a výsledkem byla roční čistá požadovaná kapacita normohodin na strojích, pro celou rodinu vidlicových nosníků. Po domluvě s výrobním ředitelem, byl koeficient OEE pro všechny stroje stanoven jednotný, a to 70%.

Tabulka 14: Požadovaná kapacita strojů (Vlastní zpracování)

Stroj	Roční čistá požadovaná kapacita (Nh)	Směna/rok	Směna/den
TMV 1000	154,91a	88,52	0,35
Pila pásová	118,70a	67,83	0,27
Pálicí stroj	365,14a	208,65	0,83
Tryskač	287,00a	153,07	0,61
Rovnací lis	767,60a	409,39	1,64
Obráběcí stroj	946,89a	505,01	2,02
SSB	1046,48a	558,12	2,23
Panasonic	1905,19a	1016,10	4,06
Svařovací box	126,69a	67,57	0,27

Tato tabulka zobrazuje vytíženost potřebných strojů v počtu směn za den. Stroje pro přípravu materiálu nebyly uvažovány do nového konceptu výrobní linky, jelikož vytížení těchto strojů je minimální při výrobě vidlicových nosníků a také přes tato zařízení prochází většina z celkové výroby podniku, což klade velké nároky na prostor a organizaci linky. Jsou to stroje TMV 1000, Pila pásová a Pálicí stroj.

V dalším kroku byla navržena výrobní linka v programu AutoCAD v několika verzích. Jako vstupní data byly použity stávající layouty výrobních hal. U některých strojů byl upraven prostor okolo zařízení, na základě podkladů z mapování jednotlivých pracovišť.

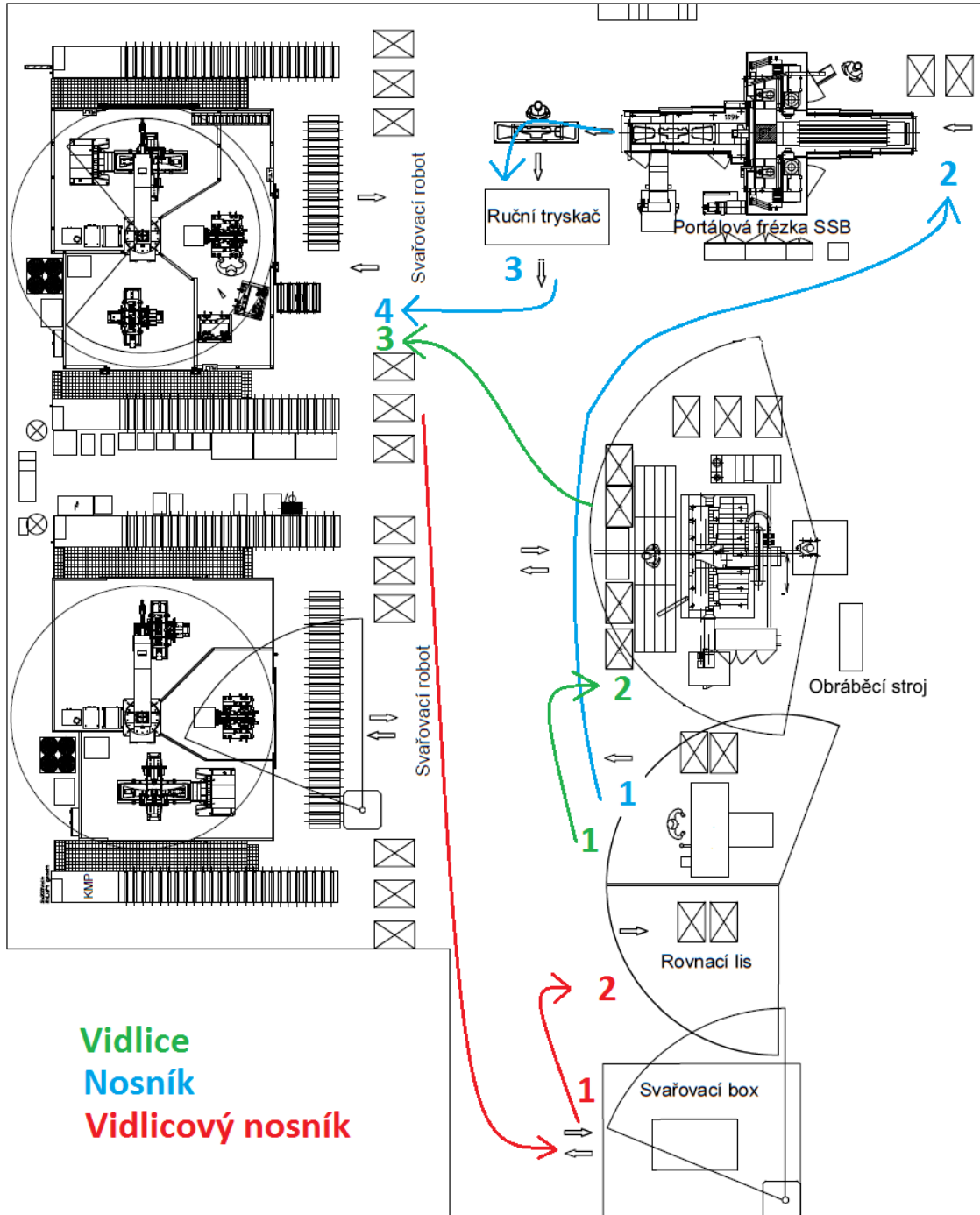
Z těchto návrhů byl vytvořen flipchart zobrazující materiálový tok budoucího stavu. Také byly připraveny podklady pro workshop s vedoucími pracovníky společnosti, odpovědnými za výrobu vidlicových nosníků. Součástí workshopu byla i prezentace výsledků z analýzy současného stavu.



Obrázek 28: Fotodokumentace přípravy workshopu o návrhu nového materiálového toku (Vlastní zpracování)

Výsledkem workshopu byla dvě zásadní rozhodnutí pro výrobu vidlicových nosníků. Jelikož většina strojů je umístěna na hale č. 37, bylo rozhodnuto o umístění výrobní linky právě tam. Dalším výsledkem workshopu bylo rozhodnutí o zajištění operace tryskání v hale vstupního materiálu a zrušení tryskacího zařízení na hale číslo 37. Vznikl tak koncept náhrady tohoto stroje za malý ruční tryskač, který by sloužil pouze pro výrobu vidlicových nosníků. Zajištěním operace tryskání v hale vstupního materiálu se zabývá jiná část projektu, a protože se jedná o sdílené zařízení, přes které prochází většina produkce podniku, nebudu se dále realizací této varianty zabývat. Výsledek

tohoto rozhodnutí však ovlivní můj výrobní tok, a to jeho zkrácením o 119,25a m a odstraněním tryskacího zařízení z haly č. 37. Zpracováním výsledků workshopu vznikl finální návrh výrobní linky - obrázek č. 29. Celkové umístění na hale č. 37 je zobrazeno v příloze PIV.



Vidlice
Nosník
Vidlicový nosník

Obrázek 29: Návrh výrobní linky výroby vidlicových nosníků (Vlastní zpracování)

Výrobní proces byl obohacen o svařovací box. Důvodem toho, byla skupina vidlicových nosníků, na které je právě ve svařovacím boxu navařen příčný nosník. Po této operaci se musí vidlicový nosník ještě narovnat na rovnacím lisu, odkud dále pokračuje na operaci lakování. Pro ostatní vidlicové nosníky platí výrobní proces, jako u mapovaného reprezentanta, čili po svaření na robotu Panasonic, je vidlicový nosník převezen na operaci lakování.

Oproti stávajícímu stavu byly provedeny tyto změny:

- Sražení hran po obrábění na stroji SSB bude probíhat v ručním tryskači. Obsluhou tohoto stroje bude pracovník frézky SSB, kterému se kapacita práce uvolní odstraněním rovnání nosníku před obráběním.
- Tryskací zařízení Tryskač, bude z haly č. 37 odstraněno a jeho kapacitu převezme nové tryskací zařízení na hale č. 62.
- Výrobní buňka rovnání – frézování bude rozdělena. Pro výrobu postačí pouze jeden lis (rovnací lis 1), který bude rovnat vidlice, nosníky i kompletní vidlicové nosníky s příčným nosníkem. Zbývající kapacita rovnacího lisu bude doplněna právě výrobou příčných nosníků, která probíhá ve stejné hale.
- Na halu bude přestěhován obráběcí stroj Stama. Kapacita tohoto stroje bude plně využita na obrábění vidlic.
- Dojde k přesunu svařovacích robotů v rámci haly číslo 37.
- K výrobní lince bude přiřazen svařovací box. Tento box na hale již funguje, a je v něm vyráběn podvozek a právě vidlicové nosníky s příčným nosníkem. Box bude pouze přesunut o několik málo metrů.



Obrázek 30: Nové ruční tryskací zařízení (GDS, 2013)

Změnami vznikne výrobní linka pouze pro výrobu vidlicových nosníků. Toto řešení má hned několik pozitiv, především se zkrátí vzdálenost, kterou materiál urazí při zpracování. Dalším zlepšením je celkový přehled o pohybu a rozpracovanosti materiálu, jelikož komponenty nebudou putovat po areálu, ale pouze po výrobní lince. Sníží se tak i riziko znehodnocení materiálu – transport při nepříznivém počasí a poškození samotným transportem. Sníží se i rozpracovanost výroby.

7.2 Organizace výroby v novém výrobním toku

Celkově bude výrobní tok rozdělen do tří kroků:

- Příprava a dělení – sdílená zařízení pro přípravu a dělení materiálu, probíhá výroba v dávkách.
- Finální svařování – nová výrobní linka, probíhá výroba dle požadavku.
- Povrchová úprava – stávající zařízení, probíhá výroba dle požadavku.

Mezi přípravou a finálním svařováním bude umístěn mezisklad, který bude fungovat na bázi supermarketu. Supermarket je umístěn také před expedicí pro nejčastěji vyráběné výrobky tzv. high runnery.

Informační tok od zákazníka přes plánovací oddělení, po doručení výrobních příkazů zůstává neměnný. Dále jsou navrženy tyto změny. Počet mistrů vtažených do výroby se sníží z 5 na 3 a to vyřazením dvou mistrů v důsledku přesunu/nákupu výrobního zařízení – obráběcí centrum přejde do zodpovědnosti mistra haly číslo 37 a technologii tryskání bude mít na starosti mistr haly vstupního materiálu (č. 62). Dále pak výrobní plány, které v současnosti nejsou evidovány, budou zaznačeny do jednotného formátu, např. do excelové tabulky. A také se tyto výrobní plány budou vztahovat pouze k úzkému místu výrobního toku (v tomto projektu – svařovací robot Panasonic), které si dále bude organizovat výrobu samořízením na základě požadavků.

Dále pak veškerý transport nosníků a finálních výrobků v rámci výrobní linky bude probíhat ve vozících s kapacitou 3 kusy. Těchto vozíků bude potřeba vyrobit 20ks. Tento počet byl stanoven na základě jednodenní zásoby pro roboty Panasonic - $51 \text{ ks} / 3 \text{ ks vozík} = 17 \text{ vozíků}$. Toto číslo bylo zaokrouhлено na 20 ks.

Další změnou je návrh na více – strojovou obsluhu. Na základě snímku pracovního dne operátora svařování vyplynulo, že operátor 53% pracovní doby čeká na ukončení práce stroje. Na základě tabulky č. 15 bylo vypočítáno využití pracovníka pro obsluhu 2 robotů.

Tabulka 15: Výpočet více - strojové obsluhy (Vlastní zpracování dle API, 2012)

Krok č.	Operační časy/činnosti	Plánované časy na ks	
		Člověk	Strojní zařízení
1	Vložení dílu	0,28a	0,15a
2	Cyklový čas svařování		4,5a
3	Vyjmutí dílu	0,35a	0,35a
4	Úprava dílu	0,93a	
5	Manipulace s dílem na paletu	0,15a	
6	Základní čas (\sum 1-5)	1,7a	5a
7	Směnový čas, strojní = 3%	0,1a	0,1a
	Směnový čas, osobní = 5%	0,1a	
8	Čas oddechu = 10%	0,17a	
9	Čas na kus (\sum 6-8)	2a	5,05a

Při porovnání využití pracovníka vůči stroji je pracovník vytížen na necelých 40% ($((2a/5,05a)*100 = 39,71\%)$). Při obsluze 2 strojů bude pracovník využitý na 79,42%. Při zavedení tohoto návrhu, bude ušetřen 1 pracovník za směnu celkem 2 pracovníci.

Analýza činností pracovníků, také odhalila plýtvání skryté v hledání potřebných pomůcek. Operátor svařovacího robota strávil 13 minut směny opětovným získáním a vrácením posuvného měřidla. Operátor frézování a rovnání zase strávil po celý čas směny necelých 30 minut hledáním a získáním pomůcek pro výrobu a asi 25 minut zbytečným hledáním a získáním dokumentace, která na pracovišti chyběla. Společnost by proto měla zvážit zavedení a používání metody 5S do výroby. Tímto krokem by společnost mohla odstranit identifikované plýtvání (2 - 14% času směny), zvýšit tak produktivitu pracovníků a zlepšit pracovní prostředí.



Obrázek 31: Návrh na uspořádání náradí dle metody 5S (WSG, 2013)

7.3 Procesní mapy návrhu nového výrobního toku

V rámci návrhu nového výrobního toku byly předchozí informace zpracovány do procesních map (Příloha PV) a shrnutí jejich výsledků zobrazuje tabulka č. 16, pro porovnání jsou uvedeny data i současného stavu.

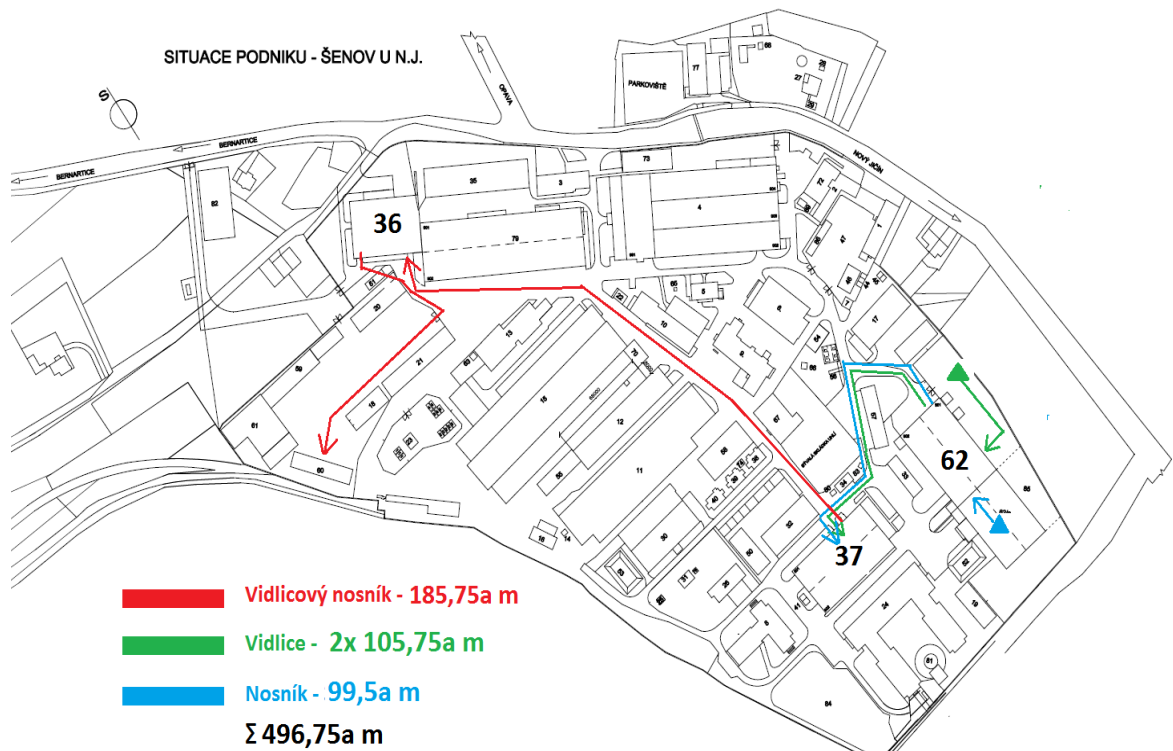
Tabulka 16: Shrnutí výsledků procesních map současného a budoucího stavu
(Vlastní zpracování)

	Četnost/délka současnost	Četnost/délka návrh
operace	23	23
transport	25	23
skladování	39	23
Σ CT	27,05a	27,05a
Σ C/O	57,25a	57,25a
Σ m	970,5a	496,75a
Mistři	5	3
Pracovníci	15	12,5

Realizace návrhu nového výrobního toku by snížila rozpracovanost mezi jednotlivými operacemi a hlavně by došlo ke zkrácení transportu materiálu o 473,75a m. Na současném tryskacím zařízení pracují 3 lidé, avšak není znám počet pracovníků obsluhující nové zařízení proto je zde pokles počtu pracovníků o 2 lidi. Jeden pracovník bude ušetřen zavedením více – strojové obsluhy, avšak procesní analýza je vztažena pouze pro výrobu vybraného vidlicového nosníku, proto je zde 0,5 člověka.

7.4 Materiálový tok

Stejně jako v případě analýzy současného stavu vznikla mapa materiálového toku. Obrázek č. 32.



Obrázek 32: Mapa materiálového toku návrhu nového výrobního toku (Vlastní zpracování)

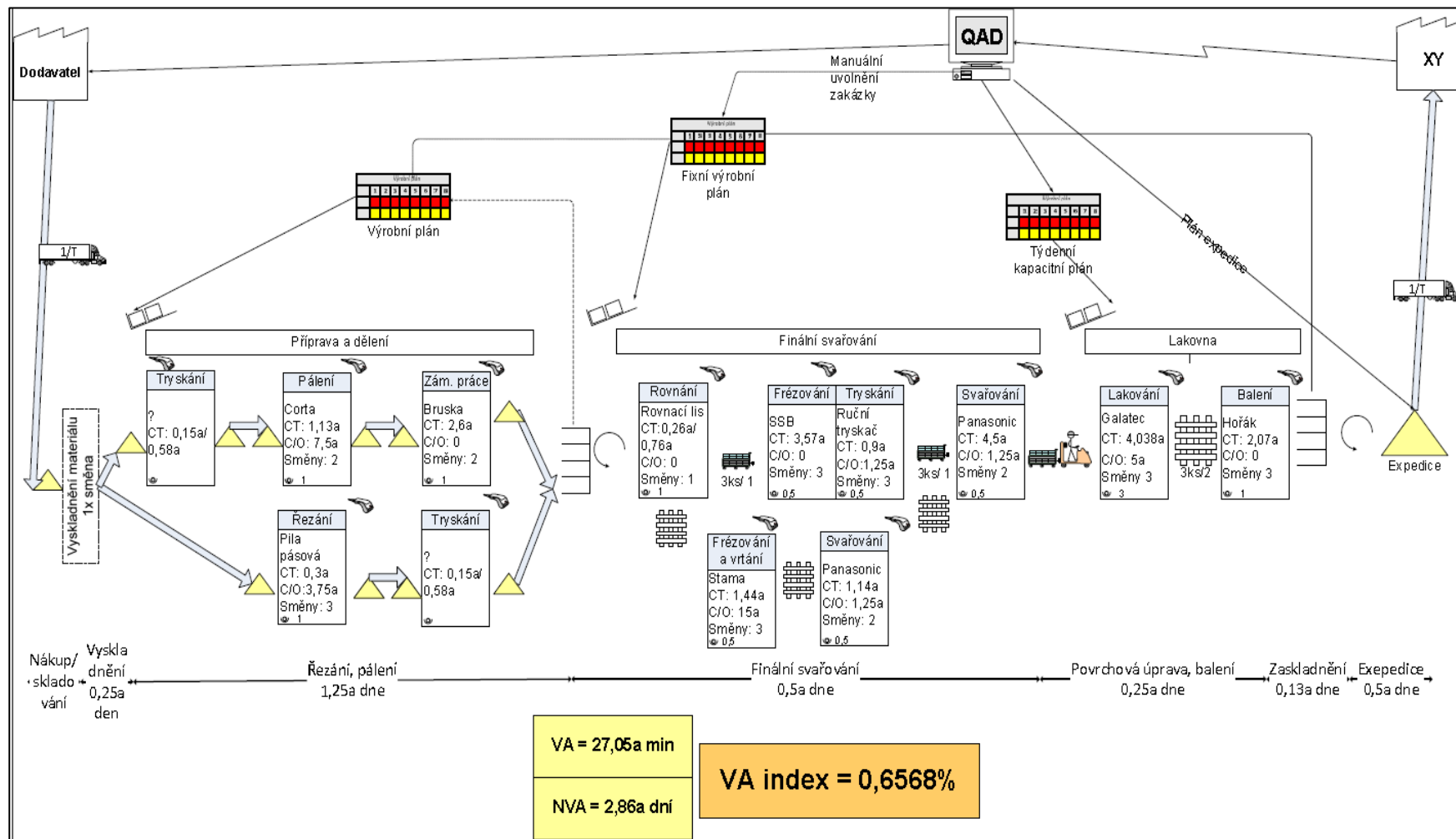
V porovnání se současným stavem, je toto řešení lépe uspořádané s ohledem na materiální tok. Hutní materiál projde prvními operacemi přímo v hale skladu, poté bude dle požadavků převezen vysokozdvizným vozíkem na halu č. 37 k finálnímu svaření. Odtud hotový výrobek bude převezen do haly lakovny (č. 36) a po zabalení bude uskladněn na expedici.

7.5 Mapa hodnotového toku budoucího stavu

Dalším krokem, při řešení návrhu nového výrobního stavu bylo sestavení mapy budoucího hodnotového toku. Podkladem byly především výstupy z workshopu a také procesní analýzy budoucího stavu. Počet dnů v průběžné době výroby byl stanoven pro úzká místa oddílu následujícím výpočtem:

$$\text{využitelný časový fond} - \text{počet ks} \times CT = \text{časový fond pro C/O}$$

Např. pro finální svařování je úzkým místem svařovací robot Panasonic. Požadovanou variantnost typů vyrobí ve 0,489a dne.



Obrázek 33: Mapa hodnotového toku budoucího výrobního toku (Vlastní zpracování)

Součástí návrhu budoucího toku materiálu bylo vytvoření i jeho flipchartu. Tento flipchart je zobrazen na obrázku č. 34.



Obrázek 34: Flipchart návrhu budoucího stavu (Vlastní zpracování)

Poměr přidané a nepřidané hodnoty se v návrhu budoucího stavu hodnotového toku výrazně zlepšil. Čas přidávající hodnotu je 27,05a minut oproti 2,86a dní. VA index dosáhl hodnoty 0,6568%. Výrazné snížení délky výroby vidlicového nosníku způsobilo odstranění plýtvání v podobě manipulace s materiálem a lepší organizace výroby.

Samotná výroba vidlicového nosníku je založena na bázi kanban, kdy bude vznesen požadavek z expedice do supermarketu na lakovně. Lakovna si dále objedná vidlicové nosníky z finálního svařování, které bude požadovat nosníky a vidlice z přípravy a dělení materiálu. Zavedením tohoto systému se výrazně sníží rozpracovanost až o 60% a bude aplikován systém tahu do výroby.

8 ZHODNOCENÍ NÁVRHU NOVÉHO VÝROBNÍHO TOKU

Další kapitola praktické části se zabývá přínosy a negativy realizace a jejich zhodnocením.

8.1 Ekonomické zhodnocení návrhu

Při vyčíslení přínosů a nákladů byly použity interní materiály podniku VOP CZ. Při realizaci návrhu nového výrobního toku pro vidlicové nosníky by vznikly náklady za přesun zařízení ve výši 188 500a Kč (podrobněji viz tabulka č. 17). Frézka SSB by zůstala na stejném místě jako doposud. Plochu nového návrhu v současnosti zabírají regály s rozpracovanou výrobou. Jejich odstranění bylo vyčísleno na 2 500a Kč. Další položkou nákladů je výroba vozíků pro vidlicové nosníky. Náklady na výrobu jednoho vozíku byly odhadnuty ve výši 500a Kč. Celkové náklady by pro 20ks vozíků činilo 30 000a Kč. Dále by podnik musel zakoupit ruční tryskač v hodnotě 125 000a Kč. Celkem by podnik realizací investoval 346 000a Kč.

Tabulka 17: Náklady na přesun zařízení (Vlastní zpracování)

Položka	Náklady (Kč)
Svařovací box	16 000a
Rovnáč lis	7 500a
Obráběcí stroj	100 000a
Panasonic 2ks	65 000a
Vyklizení prostoru	2 500a
Vozíky 20ks	30 000a
Ruční tryskač	125 000a
Celkem	346 000a

Úspory návrhu jsou vyčísleny ve výši 140 625a Kč/rok a to zavedením více – strojové obsluhy u svařovacích robotů. Tímto krokem budou ušetřeni 2 operátoři, z každé směny jeden. Mzdové náklady včetně odvodů byly stanoveny na 37,5a Kč. Další úsporou jsou náklady na manipulaci materiálu. Náklady na 1 hodinu provozu vysokozdvizného vozíku včetně obsluhy bylo stanoveno na 54,25a Kč. Při úspoře 1950a km/rok bude ušetřeno 21 153a Kč/rok.

Dalším finančním přínosem bude okamžité uvolnění cash flow. Za předpokladu snížení průběžné doby výroby z 7,02a dní na 2,86a dní, dojde ke zkrácení o 59,26%. Pokud by se v tomto poměru snížila i rozpracovanost zásob uvolní se částka ve výši 2 107 038,75a Kč.

8.2 Zhodnocení cílů projektu

Na začátku projektu byly stanoveny cíle:

- Zlepšení VA indexu – při výrobě bude vznikat větší přidaná hodnota pro zákazníka.
- Zkrácení průběžné doby výroby – výroba pak bude moc pružněji reagovat na poptávku, a pokud poptávka poroste, vznikne tak prostor pro její uspokojení.
- Zkrácený materiálový tok – eliminace plýtvání.

Splnění těchto cílů je zaznamenáno v tabulce č. 18.

Tabulka 18: Vyhodnocení cílů projektu (Vlastní zpracování)

Cíl	Současnost	Budoucnost	Stanovené zlepšení (%)	Dosažené zlepšení (%)	Splněno ano/ne
VA index	0,26619	0,6568	50	247	ano
PVD	7,02a	2,86a	30	59,26	ano
Materiálový tok	970,5a	496,75	30	51,18	ano

Realizace návrhu nového výrobního toku bude pro podnik znamenat investici ve výši 346 000a Kč, avšak realizací tohoto projektu podnik ročně ušetří nejméně 161 778a Kč a získá tak mnoho dalších přínosů. Jedním z těchto přínosů je uvolnění značné finanční částky, která je v současnosti vázána v zásobách a rozpracované výrobě. Při snížení rozpracovanosti materiálu dojde také k uvolnění skladovacího prostoru. Zkrácením průběžné doby výroby bude podnik flexibilněji reagovat na změnu poptávky a přání zákazníka. Celkově selepší přehled o rozpracovanosti a velikosti materiálu a zásob, pokud bude výroba probíhat ve výrobní buňce. Pokud se podnik rozhodne realizovat návrh zavedení a využívání 5S ve výrobě, skrývá toto rozhodnutí potenciál ve zvýšení produktivity o 2 – 14%.

Předpokládaná realizace návrhu nového výrobního toku bude součástí komplexního projektu reorganizace výroby plánované v termínu od září 2013. V současnosti však již probíhají aktivity spojené s tímto projektem např. výstavba nové haly, jejíž dokončení je plánované na květen 2013.

ZÁVĚR

Jak již bylo několikrát zmíněno, filosofií mnoha organizací se v poslední době stává štíhlé myšlení a zavádění prvků štíhlého podniku. Pojmy jako eliminace plýtvání, snižování nákladů a zvyšování produktivity nejsou již výsadou velkých podniků, ale postupně si je osvojili i ostatní firmy. Důvodem této expanze zeštíhlování je přetrvávající recese a nelehké podmínky existence firem na trhu. Příčinou jsou také samotné velké podniky, které požadují využití metod průmyslového inženýrství i u svých dodavatelů.

Jednou z těchto firem je i VOP CZ. Tato firma se na základě zákaznických auditů dostala do pozice, kdy byla nucena optimalizovat svoji výrobu. Vše vyústilo do vytvoření týmu pro projekt reorganizace podniku s cílem optimalizovat výrobní toky. Tato optimalizace byla řešena metodou mapování hodnotového toku. Stala jsem se členem týmu, a jelikož mě daná problematika zaujala, zvolila jsem si ji jako téma své diplomové práce.

Mým výrobním tokem se stala produkce vidlicových nosníků. Na základě zpracované literární rešerše o štíhlém podniku využívající metody průmyslového inženýrství byla analyzována současná situace výroby. První seznámení se s výrobou proběhlo při tvorbě procesních map. Dále pak byl zmapován materiálový, informační a hodnotový tok výrobku a v návaznosti na tyto analýzy vznikla mapa současného stavu hodnotového toku. Tato analýza přiblížila proces výroby, identifikovala plýtvání a zobrazila potenciál pro zlepšení.

Dalším krokem při tvorbě návrhu nového výrobního toku bylo připravení podkladů pro workshop se zaměstnanci zodpovědnými za výrobu vidlicových nosníků. Byly vytvořeny první návrhy výrobní buňky, které byly předloženy pracovníkům během workshopu.

Podářilo se vytvořit jeden finální návrh budoucího hodnotového toku výroby vidlicových nosníků a další fází projektu byla analýza právě tohoto návrhu. Pro analýzy budoucího stavu byly použity stejné metody jako při analýze současného stavu. Výsledkem těchto analýz byla mapa budoucího hodnotového toku.

Posledním krokem bylo zhodnocení tohoto návrhu nového uspořádání výroby nejen z ekonomického hlediska. Podnik VOP CZ by realizací tohoto návrhu výrazně zvýšil index přidané hodnoty. Zvýšení tohoto indexu způsobilo zkrácení průběžné doby výroby a to odstraněním nadměrné manipulace a snížením rozpracovanosti.

Zajímavý námětem pro firmu byla jistě doplňující analýza činností pracovníků prostřednictvím snímku pracovního dne. V důsledku této analýzy byly identifikovány některé další druhy plýtvání ve výrobě. Pro jejich odstranění bylo podniku navrženo zvážení zavedení a využívání metody 5S ve výrobě či více – strojová obsluha.

Jelikož bylo dosaženo zvolených cílů projektu, považuji tento projekt za úspěšně dokončený.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- API – Akademie produktivity a inovací, 2012. *Interní materiály*.
- GDS, © 2013. *Profi pískovací kabiny*. GDS. [on-line]. [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://tryskani-piskovani.gds.cz/profi-boxy-profi-piskovacky-piskovaci-kabiny>.
- HEŘMAN, Jan, 2001. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium. ISBN 8086175154.
- CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG. ISBN 978-80-89401-26-0.
- IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Brno: Computer Press. ISBN 80-251-0850-3.
- IMAI, Masaaki, 2007. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1621-0.
- JIRÁSEK, Jaroslav, 1998. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-394-4.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR et al., 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: InForm. ISBN 80-968583-1-9.
- KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK et al., 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa. ISBN 80-86851-38-9.
- KOŠTURIAK, Ján, © 2013a. *Štíhlá administrativa*. IPA Slovakia. [on-line]. [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/stihla-administrativa>.
- KOŠTURIAK, Ján, © 2013b. *Štíhlý podnik*. IPA Slovakia. [on-line]. [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/stihly-podnik>.
- KOŠTURIAK, Ján, © 2013c. *Štíhlý vývoj výrobků*. IPA Slovakia. [on-line]. [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/tlac-a-media/aktuality/napisali-sme/stihly-vyvoj-vyrobku>.
- LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI. ISBN 80-7357-095-5.
- LIKER, Jefferey K., 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management press. ISBN 978-80-7261-173-7.

- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000a. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000b. *TPM: Management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-5-9.
- MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních podnicích*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.
- MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-1-2.
- Rother, Mike, 2009. *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-163523-3.
- ROTHER, Mike and John SHOOK, 1999. *Learning to see – Value stream mapping to create value and eliminate MUDA*. Brookline: The Lean Enterprise Institute. ISBN 0-9667843-0-8.
- CPI, © 2013. *Výkladový slovník*. CPI - Centrum průmyslového inženýrství. [on-line]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.centrumpi.eu/slovník.aspx?char=a>.
- TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.
- UHROVÁ, Monika, © 2013. *Štihlá logistika*. IPA Slovakia. [on-line]. [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: http://www.ipaservis.sk/Default.aspx?id=27&sub_id=0.
- VEBER, Jaromír, 2007. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1782-1.
- VOP CZ, © 2013. *Internetové stránky společnosti*. VOP CZ. [on-line]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.vop.cz/>.
- VOP CZ, 2013b. *Interní materiály*.
- VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, ISBN 80-902235-3-2.
- WOMACK, James. P. and Daniel T. JONES, 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. New York: Simon & Schuster, ISBN 0-7432-4927-5.

WSG, © 2013. *Material Handling Systems and Services*. Warehouse Supply Group. [online]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.modular-cabinet.com/lista-cabinets/tool-control-foam>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AQAP	Spojenecká publikace pro ověřování kvality
C/O	Change over time – doba potřebná k přetypování stroje
CNC	Počítačově číslicemi řízené
CT	Cycle time – cyklový čas operace
EDA	Evropská obranná agentura
EDI	Electronic Data Interchange - Elektronická výměna dat
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
LT	Lead time – průběžný čas
MRP	Material Requirements Planning – Plánování materiálových potřeb
NATO	Severoatlantická aliance
OEE	Overall Equipment Efficiency - Celková efektivita zařízení
Ta čas	Cyklový čas operace
Tb čas	Doba potřebná k přetypování stroje
VSD	Value Stream Design – Návrh budoucího hodnotového toku
VSM	Value Stream Mapping – Mapování hodnotového toku
THP	Technicko - hospodářský pracovník

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obrázek 1: Štíhlý podnik (Košturiak, 2012b).....	12
Obrázek 2: Prvky štíhlé výroby (Košturiak, 2012b).....	14
Obrázek 3: Princip metody 5S (CPI, 2013)	15
Obrázek 4: Technologické a předmětné uspořádání výroby (Mašín, Vytlačil, 2000a, s. 54).....	16
Obrázek 5: Plynulý tok ve výrobě – méně plýtvání, rychlejší obsluha zákazníka (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 27)	18
Obrázek 6: Rozdíl mezi tahovým a tlakovým systémem (Mašín, Vytlačil, 2000a, s. 264).....	20
Obrázek 7: Vývoj a příprava výroby a jejich vliv na kvalitu a náklady (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 31).....	22
Obrázek 8: Administrativní proces při vyřízení zakázky (Košturiak, 2013a)	22
Obrázek 9: Ikony používané při tvorbě map (Mašín, 2003 s. 51)	25
Obrázek 10: Symboly procesní analýzy (Lhotský, 2005, s. 56).....	29
Obrázek 11: Letecký pohled areálu podniku (VOP CZ, 2013a).....	32
Obrázek 12: Podvozek bagru (VOP CZ, 2013a)	35
Obrázek 13: Finální výrobek - stroj na pokládku dlažby (VOP CZ, 2013a)	35
Obrázek 14: Vidlicový nosník (Vlastní zpracování)	43
Obrázek 15: Pásová pila na kov (Vlastní zpracování)	45
Obrázek 16: Rovnáč lis (Vlastní zpracování)	46
Obrázek 17: Tryskací zařízení TMV 1000 (VOP CZ,2013b)	47
Obrázek 18: Pálicí stroj Corta (VOP CZ, 2013b).....	48
Obrázek 19: Materiálový tok výrobku vidlicový nosník v areálu VOP CZ (Vlastní zpracování)	51
Obrázek 20: Mapa současného stavu toku hodnot (Vlastní zpracování).....	55
Obrázek 21: Svařovací robot (Vlastní zpracování).....	59
Obrázek 22: Popis pracoviště rovnání a frézování (Vlastní zpracování).....	59
Obrázek 23: Materiálový tok na pracovišti rovnání a frézování. (Vlastní zpracování).....	61
Obrázek 24: Špagetový diagram operátora pracoviště rovnání a frézování (Vlastní zpracování)	61
Obrázek 25: Vizualizace na pracovišti (Vlastní zpracování).....	62
Obrázek 26: Dokumentace na pracovišti (Vlastní zpracování)	63

Obrázek 27: Technologický strom výrobku vidlicový nosník (Vlastní zpracování).....	64
Obrázek 28: Fotodokumentace přípravy workshopu o návrhu nového materiálového toku (Vlastní zpracování)	68
Obrázek 29: Návrh výrobní linky výroby vidlicových nosníků (Vlastní zpracování)	69
Obrázek 30: Nové ruční tryskací zařízení (GDS, 2013).....	70
Obrázek 31: Návrh na uspořádání náradí dle metody 5S (WSG, 2013).....	72
Obrázek 32: Mapa materiálového toku návrhu nového výrobního toku (Vlastní zpracování)	74
Obrázek 33: Mapa hodnotového toku budoucího výrobního toku (Vlastní zpracování)	75
Obrázek 34: Flipchart návrhu budoucího stavu (Vlastní zpracování)	76
Graf 1: Zeměpisné umístění trhu jednotlivých zákazníků (Vlastní zpracování)	32
Graf 2: Objem produkce civilní výroby pro jednotlivé zákazníky (Vlastní zpracování)	32
Graf 3: Organizační schéma společnosti VOP CZ (Vlastní zpracování).....	33
Graf 4: Měsíční požadavek výrobku vidlicový nosník za minulý rok. (Vlastní zpracování)	43
Graf 5: Výsledky snímku pracovního dne (Vlastní zpracování)	57
Graf 6: Analýza práce svařovacího robotu (Vlastní zpracování)	58
Graf 7: Výsledky snímku pracovního dne (Vlastní zpracování)	60

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Program TPM (Mašín, Vytlačil, 2000b, s. 61)	17
Tabulka 2: Vhodné metody pro měření spotřeby času (API, 2012).	30
Tabulka 3: SWOT analýza společnost VOP CZ (Vlastní zpracování).....	36
Tabulka 4: Stanovené cíle projektu (Vlastní zpracování).....	38
Tabulka 5: Logický ráme (Vlastní zpracování)	39
Tabulka 6: Metoda RIPRAN (Vlastní zpracování).....	40
Tabulka 7: Ganttův diagram (Vlastní zpracování)	41
Tabulka 8: ABC analýza výrobního sortimentu a ABC analýza rodiny výrobků (Vlastní zpracování)	42
Tabulka 9: Procesní analýza výroby vidlicového nosníku (Vlastní zpracování).....	44
Tabulka 10: Definované kategorie pro analýzu práce operátora (Vlastní zpracování dle API, 2012)	57
Tabulka 11: Porovnání norem přímým měřením (Vlastní zpracování)	58
Tabulka 12: Porovnání norem přímým měřením (Vlastní zpracování).....	61
Tabulka 13: Sumarizace procesních analýz (Vlastní zpracování)	64
Tabulka 14: Požadovaná kapacita strojů (Vlastní zpracování).....	67
Tabulka 15: Výpočet více - strojové obsluhy (Vlastní zpracování dle API, 2012)	72
Tabulka 16: Shrnutí výsledků procesních map současného a budoucího stavu (Vlastní zpracování)	73
Tabulka 17: Náklady na přesun zařízení (Vlastní zpracování).....	77
Tabulka 18: Vyhodnocení cílů projektu (Vlastní zpracování).....	78

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: Procesní analýza současného stavu

Příloha PII: Fotodokumentace rozpracované výroby

Příloha PIII: Fotodokumentace vybraného pracoviště

Příloha PIV: Umístění návrhu na konkrétní halu

Příloha PV: Procesní analýza budoucího stavu

PŘÍLOHA P I: PROCESNÍ ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Vidlice levá/pravá výrobní dávka 24 ks			manipulační prostředek	operace	transport	kontrola	skladování	transport (m)	CO - doba trvání přípravy Tb (min)	CT - doba trvání operace Ta (min)	směnnost	počet pracovníků/sm.	počet ks/paleta
č. operace	činnost	stroj											
1	Skladování						△						
2	Transport		BN		⇒			25a					8
3	Mezisklad na pracovišti						△						
4	Řezání	Pila pásová		○				3,75a	0,3a	3	1	24	
5	Mezisklad na pracovišti						△						
6	Transport		VZV		⇒			65a					24
7	Mezisklad na pracovišti						△						
3	Tryskání	Tryskač		○				1,25a	0,15a	3	1		
9	Mezisklad na pracovišti						△						
10	Transport		NV, VZV		⇒			6a					24
11	Mezisklad na pracovišti						△						
12	Rovnění	Rovnačí lis		○				0	0,26a	1	1		
13	Mezisklad na pracovišti						△						
14	Transport		VZV		⇒			62,5a					24
15	Mezisklad na pracovišti						△						
16	Transport		BZ		⇒			3,75					24
17	Frézování a vrtání	Stama		○				15a	1,44a	3	1	24	
18	Transport		BZ		⇒			3,75					
19	Mezisklad na pracovišti						△						
20	Transport		VZV		⇒			62,5					24
21	Mezisklad na pracovišti						△						
22	Svařování	Panasonic		○				1,25a	1,14a	2	1		
	Mezisklad na pracovišti						△						
Celkem: - četnost				5	7	0	11						
- součet času (min)								21,25a	3,29a				
- vzdálenost (m)								228,5a					

Nosník výrobní dávka min. 3 ks			Manipulační prostředek	operace	transport	kontrola	skladování	transport (m)	CO - doba trvání přípravy Tb (min)	CT - doba trvání operace Ta (min)	směnnost	počet pracovníků	počet ks/paleta
č. operace	činnost	Stroj											
1	Skladování						△						
2	Transport		BN, VZV		⇒		△	126,75a					3
3	Mezisklad na pracovišti						△						
4	Tryskání	TMV 1000		○			△	0	0,58a	1	1		
5	Mezisklad na pracovišti						△						
6	Transport		BN, VZV		⇒		△	117a					2
7	Mezisklad na pracovišti						△						
8	Pálení	Corta		○			△	7,5a	1,13a	2	1		
9	Mezisklad na pracovišti						△						
10	Transport		VZV, NV		⇒		△	6a					2
11	Mezisklad na pracovišti						△						
12	Zámečnická práce	Ruční bruska		○			△	0	2,6a	2	1		
13	Mezisklad na pracovišti						△						
14	Transport		VZV		⇒		△	52,5a					8
15	Mezisklad na pracovišti						△						
16	Rovnění	Rovnač lis 2		○			△	0	0,76a	3	1		
17	Frézování	SSB		○			△	0	3,75a	3	1		
18	Kontrola				⊠		△						
19	Mezisklad na pracovišti						△						
20	transport		VZV, NV		⇒		△	3,9a					8
21	Mezisklad na pracovišti						△						
22	Tryskání	Tryskač		○			△	1,25a	0,9a	3	1		
23	Mezisklad na pracovišti						△						
24	Transport		VZV, NV		⇒		△	19,5					8
25	Mezisklad na pracovišti						△						
Celkem: - četnost				6	6	1	12						
- součet času (min)								8,75a	9,72a				
- vzdálenost (m)							325,75a						

PŘÍLOHA P II: FOTODOKUMENTACE ROZPRACOVANÉ VÝROBY



PŘÍLOHA P III: FOTODOKUMENTACE VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ



Místo pro vstupní materiál



Uložení přípravku



Chybějící manipulační pomůcky



Bezpečnost práce



Bezpečnost práce



Uspořádání pracovních pomůcek



Uspořádání pracovních pomůcek



Uložení čisticích prostředků

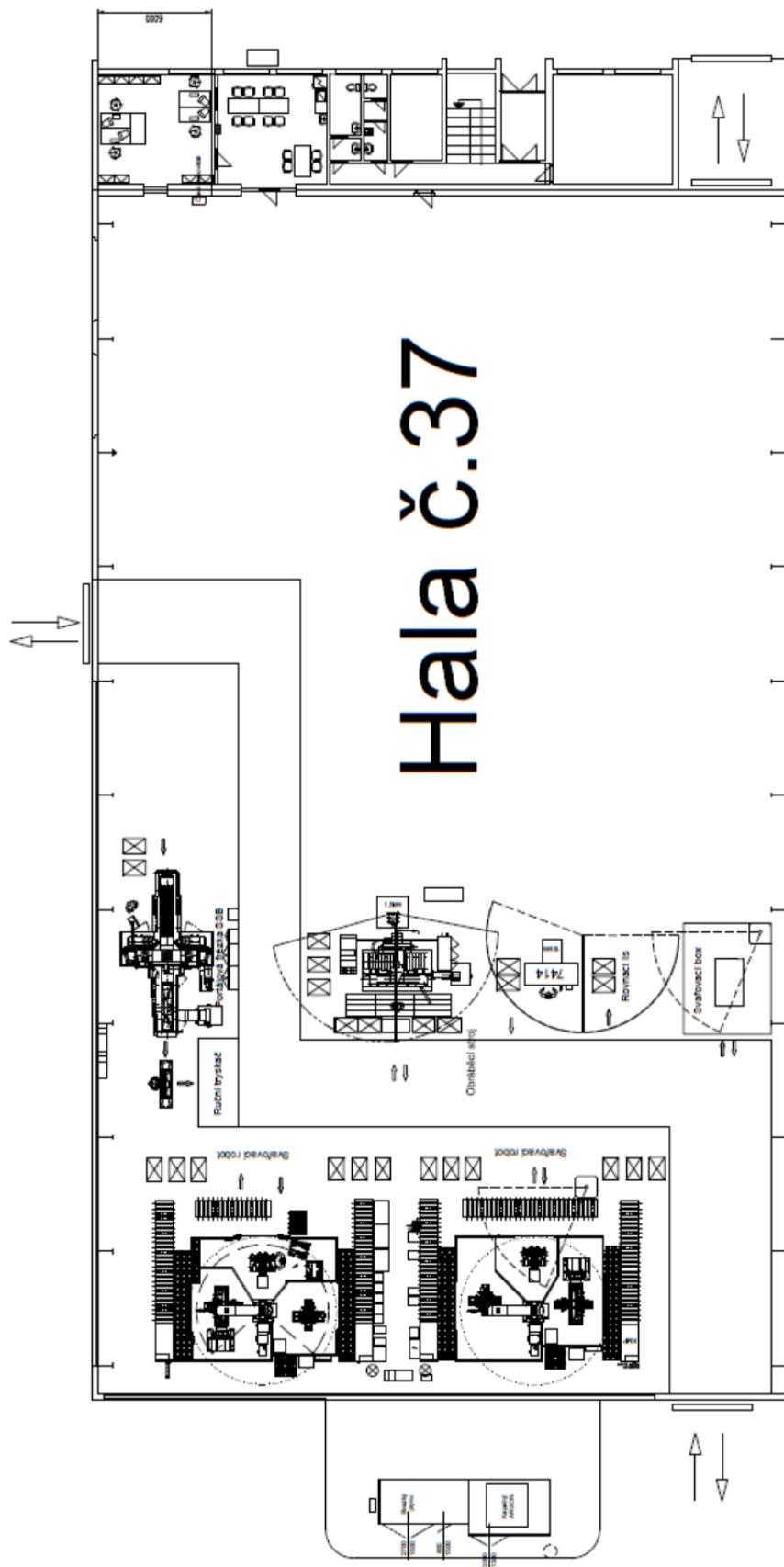


Neergonomické činnosti



Neergonomické činnosti

PŘÍLOHA PIV: UMÍSTĚNÍ NÁVRHU NA KOKRÉTNÍ HALU



PŘÍLOHA P V: PROCESNÍ ANALÝZY BUDOUCÍHO STAVU

Vidlicový nosník			manipulační prostředek	operace	transport	kontrola	skladování	transport (m)	CO - doba trvání přípravy Tb (min)	CT - doba trvání operace Ta (min)	směnnost	počet pracovníků/sm.
č. operace	činnost	stroj										
1	svařování	Panasonic		○					1,25a	4,65a	2	0,5
2	kontrola					⊠						
3	transport		VZV		⇒			126,75a				
4	navěšování		RJ	○					2,5a	0,8064a	3	3
5	odmašťování			○					0	0,576a	3	3
6	lakování			○					1,25a	0,92145a	3	3
7	lakování			○					1,25a	0,92145a	3	3
8	svěšování		RJ	○					0	0,8064a	3	3
9	kontrola					⊠					3	3
10	transport		PV		⇒			2a				
11	mezisklad na pracovišti						△					
12	balicí práce	Hořák		○					0	2,0725a	3	1
13	transport		VZV		⇒			55a				
14	expediční sklad						△					
Celkem: - četnost				7	3	2	2					
- součet času (min)									6,25a	10,7542a		
- vzdálenost (m)								185,75a				

Vidlice levá/pravá			manipulační prostředek	operace	transport	kontrola	skladování	transport (m)	CO - doba trvání přípravy Tb (min)	CT - doba trvání operace Ta (min)	směnnost	počet pracovníků/sm.
č. operace	činnost	stroj										
1	Skladování						△					
2	Transport		BN		⇒			25a				
3	Mezisklad na pracovišti						△					
4	Řezání	Pila pásová		○				3,75a	0,3a	3	1	
5	Mezisklad na pracovišti						△					
6	Transport		VZV		⇒			2,5a				
7	Mezisklad na pracovišti						△					
8	Tryskání	?		○				1,25a	0,15a	1	1	
9	Mezisklad na pracovišti						△					
10	Transport		VZV		⇒			12,5a				
11	Mezisklad						△					
12	Transport		VZV		⇒			62,5a				
13	Rovnění	Rovnáci lis		○				0	0,26a	1	1	
14	Transport		ručně		⇒			1,75a				
15	Frézování a vrtání	Stama		○				15a	1,44a	3	1	
16	Transport		VZV		⇒			1,5a				
17	Svařování	Panasonic		○				1,25a	1,14a	2	0,5	
Celkem: - četnost				5	6	0	6					
- součet času (min)								21,25a	3,29a			
- vzdálenost (m)							105,75a					

Nosník			Manipulační prostředek	operace	transport	kontrola	skladování	transport (m)	CO - doba trvání přípravy Tb (min)	CT - doba trvání operace Ta (min)	směnnost	počet pracovníků
č. operace	činnost	Stroj										
1	Skladování						△					
2	Transport		BN, VZV		⇒			7,5a				
3	Mezisklad na pracovišti						△					
4	Tryskání	?		○				0	0,58a	1	1	
5	Mezisklad na pracovišti						△					
6	Transport		BN, VZV		⇒			3a				
7	Mezisklad na pracovišti						△					
8	Pálení	Corta		○				7,5a	1,13a	2	1	
9	Mezisklad na pracovišti						△					
10	Transport		VZV, NV		⇒			6a				
11	Mezisklad na pracovišti						△					
12	Zámečnická práce	Ruční bruska		○				0	2,6a	2	1	
13	Mezisklad na pracovišti						△					
14	Transport		VZV		⇒			12,5a				
15	Mezisklad						△					
16	Transport		VZV		⇒			59,75a				
17	Rovnění	Rovnáč lis 2		○				0	0,76a	3	1	
18	Transport		ručně		⇒			7,25a				
19	Frézování	SSB		○				0	3,75a	3	1	
20	Kontrola					⊠						
21	transport		RJ		⇒			0,25a				
22	Tryskání	Ruční tryskač		○				1,25a	0,9a	3	1	
23	Transport		ručně		⇒			3,25a				
24	Mezisklad na pracovišti						△					
Celkem: - četnost				6	8	1	9					
- součet času (min)								8,75a	9,72a			
- vzdálenost (m)								99,5a				