



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY A JEJICH IMPLEMENTACE NA PRACOVISŤĚ CNC

PRINCIPLES OF LEAN MANUFACTURING AND ITS IMPLEMENTATION
IN THE CNC WORKPLACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Lubomír KHOL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. Simeon SIMEONOV, CSc.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Lubomír Khol

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem c.111/1998 o vysokých školách a se studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Principy štihlé výroby a jejich implementace na pracoviště CNC

v anglickém jazyce:

Principles of lean manufacturing and its implementation in the CNC workplace

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Štihlá výroba je dnes hojně využívána především v automobilovém průmyslu a její principy se snaží přejímat i středně velké podniky s malosériovou výrobou. Podrobnější popis problematiky přizpůsobení těchto principů z hlediska hrubé výroby bude úkolem pro vypracování literární rešerše a návrhu řešení.

Cíle bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je vypracování rešerše principů štihlé výroby a návrh implementace těchto principů na reálné pracoviště CNC.

Seznam odborné literatury:

REMBOLD, U. Computer Integrated Manufacturing and Engineering. Wokingham: Addison-Wesley, 1994, 640 s. ISBN 02-015-6541-2.

MOORE, Ron. Selecting the right manufacturing improvement tools: What tool? When?. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2007, xxii, 390 s. ISBN 07-506-7916-6.

PINEDO, Michael L. Planning and scheduling in manufacturing services. New York: Springer Science, 2005, 506 s. ISBN 03-872-2198-0.

John Wiley and Sons, Inc. Brandimarte P., Villa A. Modeling manufacturing system: from aggregate planning to real-time control. Berlin: Springer, 1999, 215 s. ISBN 35-406-5500-X.

HARRISON, David K. Systems for planning and control in manufacturing: systems and management for competitive manufacture. 1st ed. Oxford: Newnes, 2002, xiv, 297 s. ISBN 07-506-4977-1.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Simeon Simeonov, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 23.11.2014

L.S.

prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na analýzu stavu konkrétní současné výroby hadicových spon v podniku NORMA Czech s.r.o. Hustopeče u Brna. Z následné analýzy stavu na konkrétním výrobním úseku byla navržena nová alternativní řešení výrobního procesu za účelem zvýšení efektivity výroby. Cílem práce je teoretické zpracování dané problematiky z pohledu výrobních možností za účelem snížení výrobních časů a nákladů na výrobu spon.

Klíčová slova

Štíhlá výroba, Kaizen, 5S, optimalizace, inovace, výrobní buňka.

ABSTRACT

Bachelor thesis is focused on analyzing the current production status of a specific hose clamps in the company NORMA Czech s.r.o. Hustopeče. The subsequent analysis of the status of the particular manufacturing sector has been proposed alternative solutions to the manufacturing process in order to increase production efficiency. The aim of this work is theoretical treatment of the issue in terms of production capabilities in order to reduce production times and costs for the production of clamps.

Keywords

Lean production, Kaizen, 5S, optimization, innovation, cellular manufacturing.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KHOL, Lubomír. *Principy štihlé výroby a jejich implementace na pracoviště CNC*. Brno 2015. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 44 s, 7 příloh. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Simeon Simeonov, CSc .

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Principy štlé výroby a jejich implementace na pracoviště CNC** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 27.5.2015

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto doc. Ing. Simeon Simeonov, CSc za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce. Poděkování také patří vrcholovému managementu společnosti NORMA Czech s.r.o. za možnost zpracování této práce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	6
PODĚKOVÁNÍ	7
OBSAH.....	8
ÚVOD.....	10
1 PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	11
1.1 Počátky štihlé výroby.....	11
1.2 Metody štihlé výroby	12
1.2.1 Kaizen	12
1.2.2 TPM (Total Productive Maintenance)	13
1.2.3 SMED (Single Minute Exchange of Die)	14
1.2.4 POKA - YOKE	14
1.2.5 Metoda 5S	15
1.2.6 SWOT analýza.....	16
2 NORMA CZECH S.R.O.....	18
2.1 Historie společnosti.....	18
2.2 Specializace výroby	19
2.3 Certifikace společnosti.....	20
2.4 Personalistika společnosti	21
3 ANALÝZA PLYTVÁNÍ	22
3.1 Rozbor stříhání.....	22
3.2 Rozbor 1. tvarování.....	23
3.3 Rozbor 2. tvarování.....	24
3.4 Rozbor děrování otvorů	24
3.5 Rozbor dotvaru	25
3.6 Rozbor odmaštění	26
3.7 Rozbor montáže	26
3.8 Rozbor balení + uskladnění	27
4 NÁVRH ŘEŠENÍ	28
4.1 Výrobní buňka	28
4.1.1 Změna maziva.....	28
4.1.2 Tvar výrobní buňky	28
4.2 Automatizovaná CNC linka	29
4.2.1 Materiálový tok.....	30

4.2.2 Řízení nástrojů	30
4.2.3 Mezioperační manipulace	31
4.2.4 Automatizovaná montáž s balením	31
4.3 Výběr řešení	32
5 NÁVRH REALIZACE VYBRANÉHO ŘEŠENÍ.....	33
5.1 Layout výrobní buňky	33
5.1.1 Přínos nového layoutu	34
5.2 TPM ve výrobní buňce	34
5.2.1 Přínos TPM.....	35
5.3 5S ve výrobní buňce	35
5.3.1 Sortování (seiri)	35
5.3.3 Čištění (seiso)	36
5.3.4 Standardizace (seiketsu)	37
5.3.5 Sebedisciplína (shitsuke)	37
5.3.6 Vizualizace 5S	38
6 ZÁVĚREČNÉ VYHODNOCENÍ.....	39
6.1 Porovnání pracovních časů	39
6.1.1 Výpočet výrobních časů.....	41
6.2 Porovnání efektivnosti	42
6.3 Návrh návratnosti pořizovací ceny strojů	42
ZÁVĚR	44
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	45
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	46
SEZNAM PŘÍLOH.....	47

ÚVOD

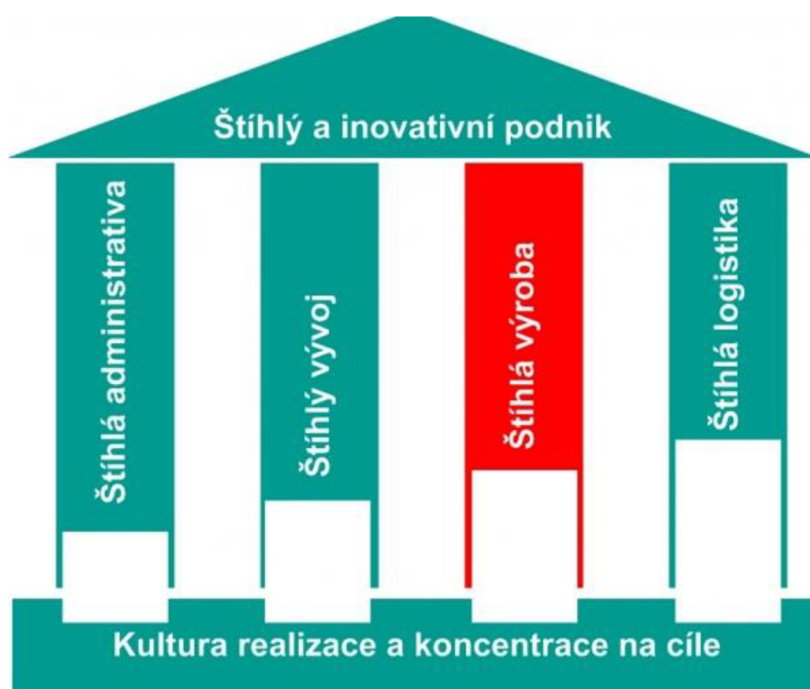
V současné době jsou kladeny vysoké nároky na široké spektrum dodavatelů, kteří se chtějí prosadit v automobilovém trhu. Udržet si své postavení a suverenitu v tomto odvětví není vždy jednoduchou záležitostí, která se neobejde bez neustálých zlepšování a inovací v infrastruktuře podniku. Takové zásahy ovšem vyžadují velké úsilí a s nimi spojené nemalé finanční prostředky.

Inovace ve smyslu implementace principů štlhlé výroby je jen jeden z mnoha způsobů, kterým lze dosáhnout stabilní a optimalizovaný výrobní proces. Takovým procesem lze minimalizovat zbytečné plýtvání provozních nákladů a lze jím efektivně plnit požadavky zákazníků, které jsou mnohdy nad rámec zavedených standardů v podniku. Správně optimalizovaný výrobní proces představuje zdroj dlouhodobého zisku, podnikatelského úspěchu a přináší značné konkurenční výhody.

Z důvodu neustále se zvyšujících nároků stávajících i nových automobilových zákazníků na výrobu byla nucena přiklonit se k operativním zásahům i firma NORMA Czech s.r.o., jejímž cílem je, stát se bezkonkurenčním dodavatelem spojovacích dílů v naší lokalitě. V oboru této firmy bude zaměření bakalářské práce na problematiku výroby profilových spon a její optimalizování výrobních procesů odpovídajícím standardům štlhlé výroby. Z analýzy výrobního procesu zaměřené na efektivitu výrobních časů, snížení nároků na operátory a zohlednění nákladů na investice bude provedeno porovnání jednotlivých alternativ a vyhodnocení navržené alternativy.

1 PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY

Štíhlá výroba je jen jedním z několika pilířů znázorněných na obrázku 1.1, které se řadí mezi základní podporu dobře fungujícího a prosperujícího podniku, jsou jimi: štíhlý vývoj, štíhlá logistika a štíhlá administrativa. Zeštíhlit podnik v pravém slova smyslu neznamená ho nikterak ochudit, ale hlavním smyslem je eliminace plýtvání ve všech částech podniku. Snahou zeštíhlování je docílit toho, aby bylo možno vyrábět více produktů za nižší režijní náklady s co nejefektivnějším využitím pracovních ploch a výrobních zdrojů.



Obr. 1.1 Model pilířů [1].

1.1 Počátky štíhlé výroby

Základní kameny novodobé podoby štíhlé výroby položila automobilka Toyota již v polovině 20. století. Její zavedení a inovace výrobních procesů bylo bezkonkurenční vůči jiným automobilovým výrobcům. Snížením lidského úsilí, zmenšením výrobního prostoru a značným zredukováním potřebného kapitálu a výrobního času dokázala Toyota vyrábět produktivněji, levněji a kvalitněji než její konkurence v hromadné výrobě. Odstraněním zbytečností se zrodil pozdější výrobní systém Toyota, základ štíhlé výroby [1].

System Toyoty pracuje na dvou základních principech, kterými jsou JIT (just-in-time / dodávky právě v čas) a JIDOKA (autonomation / automatizace s lidskou inteligencí). Základní filozofie JIT, která spočívá v zamezení plýtvání prostředků, časů, kapacit a v efektivní výrobě jen potřebného s důrazem na kvalitu, byla z části převzata z konkurenčního závodu Ford, ve kterém byla poprvé aplikována. Princip JIDOKA byl výsledkem zlepšení hlídání tkalcovských strojů již počátkem 20. století přímo v Toyotě. Před zavedením zlepšení bylo nutné hlídání jednoho stroje jedním člověkem, ale po

inovaci dokázal jeden člověk hlídat až 40 tkalcovských strojů, což byla nepředstavitelná úspora lidských zdrojů. V průběhu vývoje Toyoty byly zaváděny další metody štíhlé výroby, mezi které patří např. SMED (program rychlých změn), díky čemuž bylo možné vyrábět mnohem menší dávky při minimalizaci potřebného času pro změnu výroby modelu na hrobních linkách než doposud [1].

1.2 Metody štíhlé výroby

Cílem štíhlé výroby je dlouhodobě stabilizovat a zvyšovat produktivitu práce a efektivitu výroby pomocí souborem nástrojů a metod. Maximálního efektu je dosahováno společným zaváděním těchto nástrojů, které budou blíže specifikovány v následujících kapitolách.

1.2.1 Kaizen

Kaizen jako výraz je složený ze dvou slov, jak je vidět na obrázku 1.1, „kai“ - změna a „zen“ - dobrý, lepší, což sumárně znamená změna k lepšímu, což je způsob života, životní filozofie, která se nedá mechanicky přenést do jiného prostředí. Základní myšlenkou tohoto systému je kultura zlepšování, nespokojenost se současným stavem, neustálé hledání a odstraňování plýtvání. Zvýšení kvality a eliminaci plýtvání lze dosáhnout aktivním zapojením pracovníků do objevování problémů, což vede samozřejmě ke zvyšování produktivity [2].



Obr. 1.1 Japonský význam slova „KAIZEN“ [3].

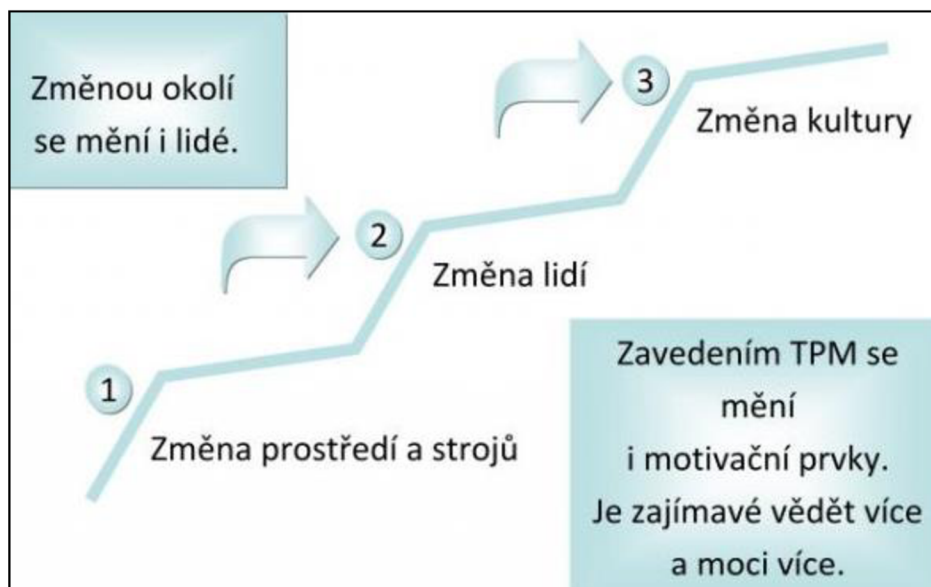
V systému kaizen probíhá neustále v malých krocích zlepšování výrobku, výrobního procesu, pracovních podmínek a všech ostatních činitelů. Kromě toho, že takovéto postupné změny lépe akceptují pracovníci podniku, je tento proces spojen i s menšími investicemi a rizikem. Za každým zlepšením následuje vytvoření standartu, který zabezpečí jeho udržení. Po stabilizaci stavu následují další zlepšení a celý proces se opakuje [2].

Přínosy ze zavedení kaizen spočívají hlavně v [2]:

- zvýšení produktivity práce bez dodatečných investic o 30-50 %,
- zkrácení periody pro dosažení bodu zvratu,
- schopnost rychleji a pružněji reagovat na požadavky trhu,
- zvýšení konkurenceschopnosti,
- zlepšení motivace pracovníků ke kvalitnější práci.

1.2.2 TPM (Total Productive Maintenance)

TPM (v českém překladu totálně produktivní údržba) je souhrn nástrojů a postupů, které rozhodně nejsou určeny jen pro oddělení údržby, jak by název mohl napovídat, ale svým způsobem se dotýká každého pracovníka společnosti a je součástí firemní kultury. Filosofii TPM je změnou prostředí změnit lidi. Štíhlé výrobní systémy bez spolehlivých technologií by těžko zajišťovaly dostatečnou kvalitu a produktivitu, proto by TPM měla být nedílnou součástí každé moderní výroby [4].



Obr. 1.2 Filosofie TPM [4].

Pro skutečně dobrou funkčnost TPM se musí stát nedílnou součástí firemní kultury, potom hovoříme o tom, že jsou do něho zapojeni všichni pracovníci společnosti. Pokud je nedostatečná podpora myšlenkám TPM nebo nedostatečný tlak managementu, není fungující týmová práce nebo TPM není součástí denní práce, pak nemůže TPM fungovat dobře.

Při zavádění TPM se musíme soustředit na následující aktivity [4]:

- program zvyšování celkové efektivnosti zařízení,
- program autonomní údržby,
- program plánované údržby,
- program tréninku a vzdělávání,
- program plánování pro nové stroje a díly,
- zavádění systému údržby včetně informačního systému.

V souvislosti s TPM zavedla štíhlá výroba do tradičního vnímání údržby pojem „autonomní údržba“, kde základní údržbu a péči o zařízení přebírá přímo jeho obsluha. Na oddělení údržby nově připadají úkoly ve formě školení operátorů, jak danou jednoduchou autonomní údržbu provádět, ale i nadále se stará o spolehlivost zařízení formou preventivní údržby [4].

1.2.3 SMED (Single Minute Exchange of Die)

Z důvodu snahy vyrábět ve stále menších dávkách a vlivem toho měnit častěji charakter výroby je nezbytné, aby seřizovací časy potřebné k přestavení zařízení nebo pracoviště byly co nejefektivněji optimalizovány. Nejznámější metodou pro rychlé změny je SMED (v českém překladu rychlé přeseřízení / rychlá výměna nástrojů), která byla vyvíjena a zdokonalována téměř 20 let Shingeo Shingou [5].

Seřizením chápeme všechny činnosti spojené s přípravou realizace určitého procesu, a proto nemusí být čistě jen výrobní záležitostí. Metoda SMED je často součástí programu TPM a využívá se všude tam, kde se seřizení vykonává často a časy na seřizení představují významné ztráty z kapacity stroje nebo linky [5].

Pro redukci množství času na seřizení se používají následující kroky [5]:

1. krok – rozdělení práce na interní seřizení (úkony musí být vykonány během vypnutí zařízení) a externí seřizení (úkony lze provádět během provozu zařízení)
2. krok – redukce interního času seřizení tak, že co nejvíce času seřizení bude prováděno externím seřizením
3. krok – systematické odstraňování následujících forem plýtvání při seřizování

1.2.4 POKA - YOKE

Jedním ze způsobů, jak je možné zabránit vznikům chyb je metodika nazývaná POKA-YOKE. Japonský název metodiky vychází ze dvou japonských slov POKA, což znamená chybu a YOKERU, což je v překladu vyhnout se. Hlavní myšlenkou POKA-YOKE je vyloučení možnosti vykonat přímo v procesu něco špatně a dovoluje nám vykonat určitou činnost v procesu pouze jediným možným způsobem. Tento způsob minimalizace výskytu neshodných produktů ve výrobním procesu se stal součástí TPS v druhé polovině 20. století, jehož autorem je Shigeo Shingo [6].

Ve všech případech lze definovat vadu v jednom ze dvou existenčních stavů, kterými jsou predikce (před provedením operace - vada by mohla nastat) a detekce (po provedení operace – vada již nastala). Pro oba tyto stavy má POKA-YOKE tři možné základní stavy, kterými jsou vypnutí, kontrola a varování [6].

Predikce:

1. vypnutí – při zjištění vady není výrobní operace spuštěna.
2. kontrola – nemožnost provedení jakékoli chyby.
3. varování – signalizace odchylky od normálního stavu.

Detekce:

1. vypnutí – při zjištění vady je okamžitě zastavena operace.
2. kontrola – vadné dílce nemohou pokračovat k následující operaci.
3. varování – signalizace, že došlo k vadě.

Metoda je často na montážních pracovištích aplikována vodícími kolíky různých velikostí, optickými nebo koncovými snímači, počítadly, atd.

S metodikou POKA-YOKE se často setkáváme i v reálném životě a její využití nám již nepřijde ničím ohromující. Typickým příkladem jsou rozdílné průměry benzinových a naftových hubic u čerpacích stanic pohonných hmot. Z důvodu zabránění natankování nafty do automobilu se zážehovým benzinovým motorem je tankovací pistole nejen označena vizuálně zelenou barvou, ale i průměr hubice je větší, aby bylo zabráněno vsunutí hubice do tankovacího otvoru, jak je vidět na obrázku 1.3. Tento způsob odhalení chyby plně chrání benzinové motory, které jsou mnohem náchylnější na poškození naftou, než je tomu v opačném případě, kdy naftové motory jsou schopny spálit naftu s menším obsahem benzínu.



Obr. 1.3 Rozdílné tankovací pistole [7].

1.2.5 Metoda 5S

Z historického hlediska lze hledat počátky metody už někdy v 16. století při stavbách lodí v benátských loděnicích v Itálii. Optimalizace výroby v již tomto období fungovala na principu standardizace výroby určité části lodí, ve které byl pracovníky dodržovaný stanovený postup. To znamenalo, že všechny potřebné materiály, nářadí, pomůcky, přípravky a měřidla k výrobě lodí byly předem připraveny, rozděleny a uspořádány na přesně určených místech. Díky takové disciplinovanosti bylo možno postavit loď během několika hodin v porovnání s konkurenční několika týdenní výstavbou. Do současné podoby tuto metodu opět zformulovala již několikrát zmiňovaná japonská automobilka Toyota svým systémem TPS v druhé polovině 20. století a později se tato metoda dostala i do USA a Evropy [8].

Základní filozofií metody 5S je způsob myšlení se zaměřením na zorganizování pracovního prostoru, zabezpečení produktivity, kvality a bezpečnosti. Špatné podmínky na pracovišti umožňují vznik plýtvání, a proto je cílem se zaměřit na to, aby na pracovišti bylo jen to, co je pro výrobu potřebné, na místech, které jsou na to určené a udržované v čistotě. 5S je základem štíhlé výroby a je nedílnou součástí dalších metodik koncepcí, kterými jsou například TPM a kaizen. Metoda nepředstavuje jen nástroj použitelný pro

výrobní a servisní podniky, ale je použitelná i pro administrativu, jejíž podstata spočívá v pěti základních krocích, jak je vidět na obrázku 1.4 [8].



Obr. 1.4 Základní kroky 5S [8].

Plýtvání se vyskytuje téměř na každém pracovišti, ale právě metodou 5S ho můžeme odhalovat a řešit a tím zvýšit produktivitu výroby. Velkou předností metody je samotné zapojení výrobních pracovníků do změn, kterými si vytváří své pracoviště k podávání co nejlepších a stabilních výkonů.

1.2.6 SWOT analýza

Jednou z analýz, která umožňuje manažerům a zaměstnancům se zamyslet nad silnými a slabými stránkami podniku a vyhodnotit z nich patřičné důsledky, je SWOT. Úkolem analýzy je také vyhodnotit vnější faktory, mezi které jsou řazeny příležitosti a hrozby, které jsou do značné míry ovlivněny interními faktory. SWOT je zkratka složená z již zmíněných faktorů na obr. 1.5, jimiž jsou Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti) a Threats (hrozby). Počátky analýzy sahají do 60. let minulého století, kdy Stanford Research Institute výzkumným úkolem analyzoval příčiny neúspěch při plánovacím procesu u firem ve Fortune 500 v USA a UK. První pracovní název SOFT, byl týmem SRI dále rozvíjen za přispění celé řady autorů a z analýzy se stal místy nepřekonatelný nástroj [9].



Obr. 1.5 Faktory SWOT [9].

SWOT analýza je využívána při přípravě či změně strategie společnosti, protože umožňuje jednoduše, stručně a přehledně popsat situaci, ve které se firma nachází, díky čemuž umožňuje zúčastněným lépe přemýšlet nad dopady těchto zjištění. Ve formě kolektivní spolupráce dokáže přimět prostřednictvím čtyř snadných položek přemýšlet lidi o tom nezákladnějším, co ovlivňuje samotné podnikání. Na rozdíl od jiných analýz SWOT nezabere příliš mnoho času a přitom dokáže pomoci včas identifikovat nová nebezpečí či příležitosti, ale jen za podmínky, že na ni budou navazovat další změny firemní strategie. Výsledek, kterého chceme analýzou SWOT dosáhnout je, že maximalizujeme přednosti a příležitosti a minimalizujeme nedostatky a hrozby [9].

2 NORMA CZECH S.R.O.

Společnost NORMA Czech, s.r.o. se sídlem v Hustopečích u Brna viz obr. 2.1 je členem skupiny Norma Group, přední průmyslové společnosti na mezinárodní úrovni, která vyvíjí a vyrábí inovativní řešení pro bezpečné spojování a přidržování kapalinových systémů. Sortiment výrobků společnosti Norma Czech, s.r.o. je široký a používá se v různých typech aplikací např. potrubní systémy pro dodávku a odvádění vody, chladicí systémy, zádržné systémy, systémy pro snižování emisí apod. Při výrobě uvedených typů produktů jsou mezi hlavními výrobními operacemi lisování, ohýbání, tvarování za studena, výstupkové a bodové svařování, odmašťování a omílání, kompletace a balení dle požadavků zákazníka. Cílem společnosti je poskytnout zákazníkovi kvalitní služby a inovativní řešení v oblasti spojovací technologie.



Obr. 2.1 Současný pohled z ptáčích perspektivy na NORMA Czech s.r.o. [10].

2.1 Historie společnosti

Zrod firmy byl spojen v roce 1995 s investičními prostředky německého holdingu Heikamp & Thumann, který ze strategického hlediska umístil na okraj města Hustopeče základní kameny společnosti GEMI s.r.o., jejíž logo je na obrázku 2.2. Díky úspěšnosti projektu byla následující rok schválena investice na rozšíření areálu, na jehož rozloze rozkvétala i jeho tehdy sesterská firma Westfalia Metal, s.r.o., která již dnes sídlí ve vlastních prostorách.

Zásadní změna od založení firmy přišla v roce 2001, kdy společnost přešla pod švédský holding ABA, který razantním způsobem ovlivnil rozvoj výroby. Ráz výroby mezi českým a švédským sortimentem výroby byl velmi podobný, ale soustředění výroby do Hustopeč z velké míry ovlivnil fakt, že vzhledem v poměru k vyspělým zemím evropské unie je zde levnější pracovní síla, kterou bylo produkováno převážné množství tehdejšího sortimentu. Nicméně výrobní závod v Hustopečích pod názvem ABA Czech s.r.o. nebyl nijak podceňovaný a byl mu svěřen i vývoj a výroba nových patentovaných systémů pro automobilový průmysl.

Doposud poslední razantní změna ve smyslu vlastníků a investorů nastala v roce 2007, která měla za následek přejetí společnosti pod německý koncern NORMA Group. Nový německý vlastník hustopečské firmy patří na trhu spojovací technologie mezi vedoucí elitu, která s více než šedesátiletou historií vlastní globální síť výrobních závodů a mnoho

distribučních center po celé Evropě, Americe, Asii a Tichomoří. Pod novým názvem NORMA Czech s.r.o. se stala společnost nezanedbatelnou součástí celosvětového gigantu, jejíž specializace se zabývá výrobou ocelových spojovacích systémů. Velkou výhodou je také strategická poloha společnosti na evropském kontinentu, jejíž předností je dobře rozvinutá infrastruktura (silniční i železniční) do východní a jihovýchodní Evropy. Podpora projektů v oblasti výzkumu a vývoje inovací je ve značné části ovlivněna vysoce vzdělaných a technicky kvalifikovaných pracovních sil ve strojírenském oboru.



Obr. 2.2 Historická loga [10]. a) logo GEMI, b) logo ABA, c) logo NORMA Group.

2.2 Specializace výroby

Jak již bylo zmíněno, společnost NORMA Czech s.r.o. se zaměřuje na výrobu spojovacích a přídržovacích dílů, které jsou z větší části využívány pro automobilový průmysl, kde se mezi nejvýznamnější zákazníky řadí takové automobilky jako např. Porsche, General Motors, Ford, Volkswagen, Mercedes, Fiat a mnoho dalších a z výrobců kamionů to jsou DAF, Volvo, Renault. Důležití zákazníci se najdou i v oboru výroby stavebních a zemědělských strojů, kterými jsou například Caterpillar a John Deere.

Podle uplatnění spon lze výrobu v hustopečské společnosti rozdělit do tří skupin:

- NORMA Clamps – jedná se o hadicové spony vyobrazeny na obr. 2.3, jejichž využití se uplatňuje jak v automobilovém průmyslu, tak i u běžných spojů v zemědělství nebo instalatérsko-topenářském odvětví.



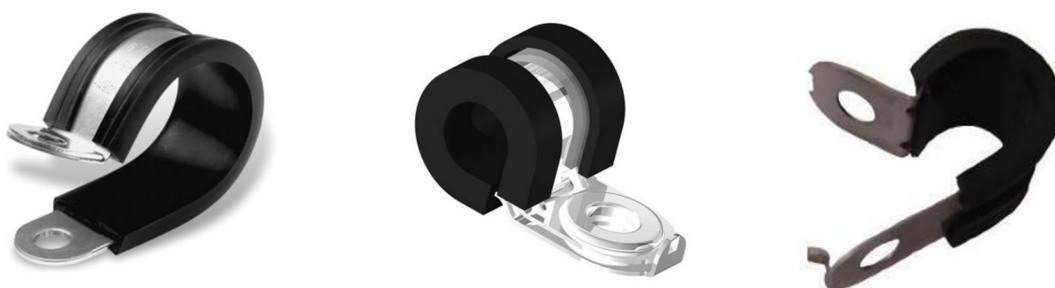
Obr. 2.3 Sortiment NORMA Clamps [10].

- NORMA Connect – tento sortiment spon na obrázku 2.4 je využíván pro spojování a připojování potrubních systémů, které se kromě u výfukových soustav používají i v odpadových systémech.



Obr. 2.4 Sortiment NORMA Connect [10].

- NORMA Fix – tyto přídržné spony, jak je vidět na obrázku 2.5, jsou v mnoha případech vyráběny s navlečeným elastomerem na ocelovém pásku, jejich primární funkce není těsnící, ale slouží pouze k vymezení polohy hadicových nebo trubcových sestav či dílů.



Obr. 2.5 Sortiment NORMA Fix [10].

2.3 Certifikace společnosti

První certifikace hustopečské společnosti proběhla v roce 1998 dle normy ČSN EN ISO 9001, což rozšířilo firmě možnost získávání nových náročnějších zákazníků s ohledem na zvyšování jejich spokojenosti. Organizace tímto krokem garantovala svým zákazníkům stálost výrobních procesů a tím zvýšení kvality poskytovaných služeb a produktů.

Zvyšujícím se zájmem zákazníků v rámci automobilového průmyslu bylo nezbytností zvýšit kvalifikaci společnosti nadstavbovou certifikací dle normy ISO/TS 16949:2002, jež první proběhla v roce 2003. Od tohoto roku je certifikát každoročně úspěšně obhajován dohledovým auditem, jak je vidět v příloze 1. Splněním požadavků pro certifikaci si podnik zajistil zvýšení důvěry veřejnosti i v širokém okruhu zahraničních zákazníků, kteří se postupně stávají hlavním zaměřením ekonomického hlediska firmy a velkým přínosem pro vlastní rozvoj.

Pro zvýšení svého renomé společnost absolvovala v posledních letech ještě certifikaci ČSN EN ISO 14001:2005, jež se zaměřuje na požadavky v systému environmentálního managementu a v systému managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci získala certifikaci OHSAS 18001:2008, jak je zřejmé z příloh 2 a 3.

2.4 Personalistika společnosti

NORMA Czech s.r.o., co do počtu zaměstnanců, se řadí mezi větší podniky, který v lokalitě Hustopečí a okolí zaměstnává v současné době něco málo přes 400 zaměstnanců. Toto číslo je na zdejší poměry úctyhodný ukazatel, protože nárůst zaměstnanců se za dvacetiletou historii více než dvacetkrát znásobil. V počátcích podniku zde bylo zaměstnáno 20 zaměstnanců, kteří se během prvních čtyř let téměř zdesetinásobili. Postupným nárůstem výroby v důsledku změn ve vedení společnosti se stav ustálil na současných 417 zaměstnanců, z nichž většina jsou výrobní zaměstnanci, kteří vytváří hodnoty podniku. Tento počet není nikterak konečný, protože neustále ve společnosti dochází k nejrůznějším výrobním transferům mezi jednotlivými dceřinými závody NORMA Group. Stálost zaměstnanců setrvat v této dceřiné společnosti je velkou výhodou pro know-how firmy, protože ze statistik vyplývá, že více než 100 zaměstnanců setrvává v podniku již déle než 10 let, jak je vidět z tabulky 2.1. Veliký podíl na tom má filozofie firmy tím, že umožňuje zaměstnancům seberealizaci a možnost profesního růstu s ohledem na jejich schopnosti a dovednosti.

Tab. 2.1 Odsloužené roky zaměstnanců [10].

	Odsloužené roky					Celkem
	Méně než 2 roky	2 – 5 let	6 – 7 let	8 – 10 let	Více než 10 let	
Pracovníci ve výrobě	59	62	58	39	59	277
Administrativní pracovníci	12	27	14	6	40	99
Pomocný personál	11	15	4	1	10	41
Celkem	82	104	76	46	109	417

3 ANALÝZA PLÝTVÁNÍ

Vlivem získání nových zákazníků a tím spojený nárůst nových projektů se společnost NORMA Czech s.r.o. začíná potýkat s kapacitními problémy ve smyslu strojního zařízení, nedostatku kvalifikovaného personálu a plánováním výroby. Cílem návrhu implementace štíhlé výroby na výrobním pracovišti bude spočívat ve standardizaci rozložení pracoviště, minimalizovat ztrátovost operací a plýtvání, snížit časy mezioperační dopravy a optimálně natavit proces TPM. Analýza bude zaměřena výrobní úsek výroby profilových spon VPP 50 vyobrazených na obrázku 3.1 pro zákazníka Fiat, ve kterém jsou spony vyráběny následujícími operacemi:

Stříhání pásu → 1. tvarování → 2. tvarování → děrování otvorů → finální tvarování → odmaštění → montáž → balení + uskladnění.



Obr. 3.1 Profilová spona VPP 50 [10].

Celý výrobní proces a rozmístění jednotlivých strojů kromě stříhání pásu a balení+uskladnění je v současné době prováděn na jednotlivých pracovištích zobrazených na layoutu podniku v příloze 4. Jednotlivými stroji jsou dána konkrétní pracoviště, mezi kterými probíhá mezioperační doprava pomocí elektrických vozíků Jungheinrich ERE 120, jehož technické parametry jsou uvedeny v příloze 5.

3.1 Rozbor stříhání

První výrobní operací profilové spony VPP 50 je stříhání přístřihu z pásového materiálu 1,5x15 mm jakosti 1.4541, který je ke klikovému lisu REMIREMONT PF 100 HE přivážen ze skladu materiálu vzdáleného 52 m. Materiál je nakupován v navinutém stavu do formy svitků, které jsou následovně pomocí podávacího zařízení zaváděny do stříhacího

stroje. Při stříhání, tak jako i v dalších tvarovacích operacích, je používán olej typu RENOFORM 19 B, aby bylo zabráněno nadměrnému opotřebování střížných a tvarovacích nástrojů. Z obrázku 3.2 je vidět, že na výstřížek je také raženo značení, jež je specifikováno konkrétním požadavkem zákazníka.



Obr. 3.2 Přistříh spony VPP 50.

Problém:

- toto pracoviště nebude spadat do analýzy nedostatků, protože pracoviště je součástí výrobního úseku lisovny, kde není možný zásah do umístění stroje, protože každý stroj má sobě uzpůsobenou podlahovou základnu. Navíc na toto pracoviště již v minulosti byla implementována metoda 5S.

3.2 Rozbor 1. tvarování

Hydraulický lis WANZKE HPC 45 je využíván pro vyhotovení druhé operace, kterou je první tvarování. Díly k této výrobní operaci jsou přiváženy od lisovacího stroje vzdáleného 94 m mezioperační obsluhou. Díl z této operace lze vidět na obrázku 3.3. Při této operaci dochází ke tvarování poloviny přistříhu, jejíž tvar je dán tvarovacími nástroji a vznikají zde důležité geometrické rozměry profilu, které mají důležitý vliv na funkčnost spony. Kritickým bodem této operace je správné založení přistříhu do pevného tvarovacího nástroje tak, aby byla správně vytvarována část přistříhu s ražbou. Nutností je také dostatečné mazání tvarovaných dílů, aby nedocházelo k zadírání nástroje a výskytu rýh a otřepů na vytvarovaném dílu. Občasné přimazávání tvarových ploch nástroje provádí obsluha stroje nalitím nepatrného množství oleje do pracovního prostoru nástroje.



Obr. 3.3 Spona VPP 50 po 1. tvarování.

Problém:

- velká přepravní vzdálenost z předešlé výrobní operace (94 m),
- velký výškový rozdíl mezi paletou s přístřihy a pracovním prostorem stroje (0,9 m),
- není definován způsob a dávkování přimazávání olejem,
- není stanovena trvanlivost a životnost nástrojů.

3.3 Rozbor 2. tvarování

Tato výrobní operace úzce navazuje na předešlou, protože je prováděna na stejném strojním zařízení s tím rozdílem, že mezi jednotlivými operacemi jsou vyměněny seřizovačem tvarovací nástroje. Při druhém tvarování již není kladem důraz na správné založení pásku, protože poloha je již dána předchozí operací. Není zde mezioperační manipulace a mazání je obdobné jako v předešlé operaci. Na obrázku 3.4 je znázorněna spona po obou tvarovacích operacích.



Obr. 3.4 Spona VPP 50 po 2. tvarování.

Problém:

- výměna nástrojů a přeseřízení stroje,
- velký výškový rozdíl mezi paletou s přístřihy a pracovním prostorem stroje (0,9 m),
- není definován způsob a dávkování přimazávání olejem,
- není stanovena trvanlivost a životnost nástrojů.

3.4 Rozbor děrování otvorů

Na obrázku 3.5 je vidět děrováním zhotovené 2 otvory na sponě, jejichž rozměry jsou shodné, tudíž se používá pro oba otvory stejný střížný nástroj, který je upevněn v excentrickém lisu GIACOMO T20 CE. Každý z otvorů je zhotoven samostatným zdvihem stroje, tudíž na provedení kompletní operace jsou potřeba 2 zdvihy stroje. Nejčastějším problémem u děrování je nadměrné otupení střížných hran nástrojů a jeho důsledkem vznik ostřin, které jsou na sponě nepřijatelné. Toto je řešeno občasným přimazáváním střížných ploch olejem stejného typu jako v předešlých operacích.



Obr. 3.5 Spona VPP 50 po vystřížení otvorů.

Problém:

- nezbytná mezioperační manipulace spon,
- velký výškový rozdíl mezi paletou s přístřihy a pracovním prostorem stroje (0,9 m),
- není definován způsob a dávkování přimazávání olejem,
- není stanovena trvanlivost a životnost nástrojů.

3.5 Rozbor finálního tvarování

Dotvarováním spona dostává takový tvar, aby vzdálenost čelistí nebyla příliš velká vzhledem k možnosti montáže šroubu, a současně musí být dostatečně velká, aby spona byla dostatečně předpružena před montáží kvůli zamezení možnosti rozšroubování spony během transportu spon k zákazníkovi. Operace je prováděna bez přimazávání na klikovém lisu HELMERDING EH 35B, jehož nastavení zdvihu přímo ovlivňuje požadovaný tvar, jenž je zřejmý z obrázku 3.6.



Obr. 3.6 Dotvarovaná spona VPP 50.

Problém:

- nezbytná mezioperační manipulace spon,
- velký výškový rozdíl mezi paletou s přístřihy a pracovním prostorem stroje (0,9 m).

3.6 Rozbor odmaštění

Odmašťovací proces je prováděn v bubnovém odmašťovacím stroji WIR 4H / OSK, který je určen k odmašťování kovových součástí vyžadujících oplach chemickým mycím prostředkem s možností následujícího sušení v jednom technologickém cyklu. Vysoká účinnost praní a odmašťování je docílena současným působením chemického přípravku CHL NOVALON, teploty a dynamického účinku dopadajících paprsků mycí lázně. Odmašťované součásti jsou uloženy v drátěném koši s víkem, který rotuje kolem vodorovné osy pod soustavou trysek, do kterých je přiváděna mycí lázeň. Sušící vzduch je přiváděn osou rotace. V jednom cyklu je možno odmastit až 50 kg spon v šestiprocentním roztoku s požadovanou hodnotou pH 10 ± 1 . Na obrázku 3.7 je vidět stroj i se zásobní nádrží.



Obr. 3.7 Odmašťovací stroj WIR 4H / OSK.

Problém:

- nezbytná mezioperační manipulace spon,
- vznik nebezpečného odpadu ve formě znečištěné mycí lázně.

3.7 Rozbor montáže

Na předpruženou sponu po dotvarování je operátorem manuálně našroubován šroub M6x45 mm A2-80 dle DIN 912 s povrchovou úpravou Fe/Sn4 a čtyřhranná matice jakosti A2. Kritéria, která musí být při této operaci splněna, jsou správná poloha šroubu, což

znamená, že hlava šroubu musí být na straně u ražby a přiměřené sešroubování tak, aby sponu bylo možno nasunout na předepsané válcové jádro. Tzv. nasouvací rozměr, jehož velikost 48 mm je specifickým požadavkem zákazníka, je průběžně kontrolován montážními operátory během operace. Montáž je prováděna na samostatném montážním pracovišti, na které jsou průběžně manipulačními operátory přiváženy ze skladu šrouby a matice.

Problém:

- nezbytná mezioperační manipulace spon,
- zdlouhavé manipulační časy se sponami samotnými (operátor musí spony přemísťovat z palety na stůl a poté provádět samotnou montáž).



Obr. 3.8 Kompletní spona VPP 50 po montáži.

3.8 Rozbor balení + uskladnění

Balení je prováděno na pracovišti, které je součástí skladových prostor společnosti a je od montážního pracoviště vzdáleno 55 m. Operátoři balí spony v množství 100 ks do zákazníkem schválených lepenkových kartonů velikosti 190 x 190 x 220 mm pomocí digitálních vah s možností počítání kusů. Po následném zaevidování výrobní zakázky jsou díly uskladněny do skladu hotových výrobků, který disponuje necelými 2000 paletovými místy.

Problém:

- nezbytná mezioperační manipulace spon.

4 NÁVRH ŘEŠENÍ

Z předešlých rozborů je znatelné, že velkým nedostatkem jednotlivých výrobních operací jsou mezioperační manipulace a neergonomické výrobní podmínky u jednotlivých výrobních operací pro výrobní operátory. Výškové rozdíly v uložení spon před samotnou tvářecí operací jsou příčinou zvyšování fyzické námahy operátorů a tím se snižuje soustředěnost operátorů na výrobní proces samotný, což může ovlivňovat nejen kvalitu výrobku a bezpečnost operátorů, ale také tím narůstají výrobní časy.

Následující navrhované řešení budou zaměřena především na snížení manipulačních časů, zrychlení jednotlivých výrobních operací a úkonů s upřednostňováním bezpečnosti práce a zefektivnění výrobního procesu zavedením některých standardů štíhlé výroby.

4.1 Výrobní buňka

Z rozboru současných jednotlivých výrobních operací bylo analyzováno, že kompletní stav nelze implementovat do výrobní buňky. Z důvodu již vybudovaných podlahových základů pro lis REMIREMONT PF 100 HE není možné jeho přesunutí, tudíž jeho stanoviště ve výrobních prostorách lisovny zůstane neměnné a operace stříhání nebude součástí výrobní buňky.

4.1.1 Změna maziva

Dalším faktem je, že pracoviště odmašťování je využíváno ve výrobních postupech mnoha jiných spon, proto jeho využití pouze pro toto buňkové pracoviště je nevhodné. Ovšem tato skutečnost nabízí velmi elegantní řešení, které ve všech ohledech skýtá jen pozitiva a jejím tuto operaci vynechat. Tohoto řešení lze dosáhnout používáním při tvářecích operacích maziva IRMCO FLUIDS od výrobce Irmco. Používáním tohoto maziva lze dosáhnout snížení nákladů v mnoha směrech, kterými jsou:

- odbourání výrobní operace odmaštění
- zvýšení protažení kovů a tím snížení opotřebování střížných a tvarovacích nástrojů
- snížení spotřeby maziva
- snížení odpadu

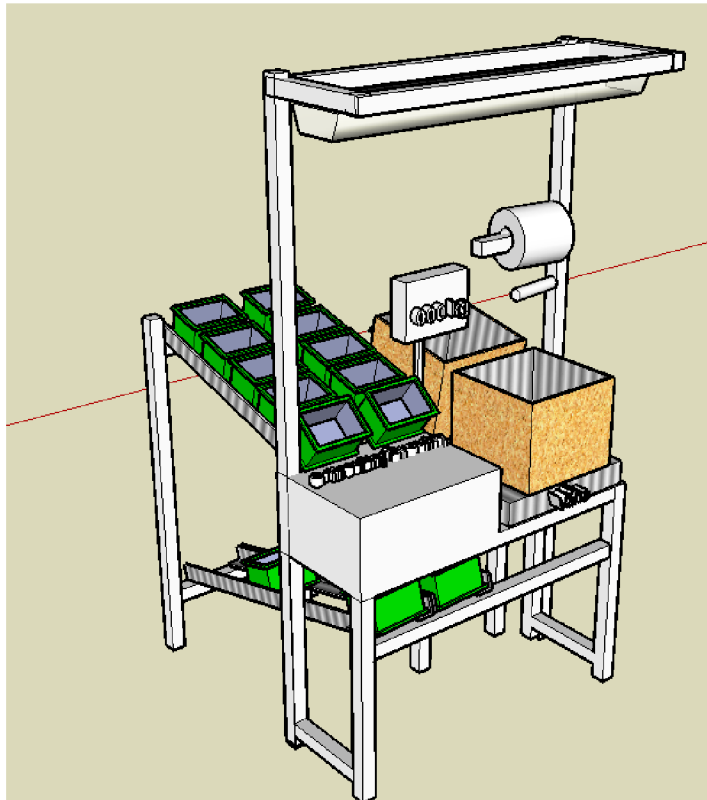
Velkou předností tohoto syntetického bezolejového maziva je jeho schopnost, kdy se vzrůstající teplotou způsobenou tvářecím procesem roste i jeho viskozita. Tato vlastnost v porovnání s tradičními oleji vytváří pevnější polymerní strukturu, díky které mazivo zůstává mezi materiálem a nástrojem a efektivně snižuje tření. Docílení suchého nebo téměř suchého povrchu po tváření lze nastavením optimální kombinace koncentrace s vodou.

4.1.2 Tvar výrobní buňky

Mezi nejčastější problémy výrobního procesu se řadí mezioperační manipulace spon a velké výškové rozdíly mezi paletami s polotovary a pracovními prostory strojů. Tyto nedostatky je možné odstranit optimálním seskupením strojů do výrobní buňky, ve které budou obsaženy výrobní operace 1. a 2. tvarování, děrování, finální tvarování, montáž a závěrečné balení do lepenkových kartonů. K tomuto účelu bude nezbytné strojové

vybavení obsahující dva hydraulické lisy a dva excentrické nebo klikové lisy. Z důvodu vytížení dispozičních hydraulických lisů na jiných výrobních procesech je nutná investice do zakoupení nových strojů. Zbývající stroje je možné použít pro potřeby sestavení výrobní buňky, protože jejich vytíženost ve výrobě lze nahradit alternativními stroji ve výrobních prostorách.

Návrh sestavení výrobní buňky je patrné z přílohy 6, jehož součástí je i montáž s balením. K dispozici jsou také pomocné plochy, které jsou využity pro uložení náhradních tvarovacích a děrovacích nástrojů v regálovém zakladači a v trubkových regálových systémech zobrazených na obrázku 4.1 jsou uloženy montážní polotovary (šrouby a matice) a složené lepenkové kartony. K dispozici je potřeba pouze dvou paletových míst, které na začátku buňkové výroby slouží pro umístění vstupního polotovaru ve formě přístřihů v ohradové paletě a na konci k ukládání již zabalенých lepenkových kartonů.



Obr. 4.1 Trubkový regál s montážním pracovištěm.

4.2 Automatizovaná CNC linka

Návrh automatizovaného a mechanizovaného technologického procesu je nutné chápat komplexně, protože se nejedná o samostatný technologický proces (jeden stroj=jeden úkon), ale je nezbytné zohlednit v procesu řadu dalších doprovodných operací, mezi které patří např. manipulace s materiálem, kontrola a měření, výměna nástrojů, manipulace s odpadem apod. Automatizovaným technologickým procesem lze dosáhnout samočinného řízení daného úkolu a jeho kontrolu bez nutnosti přítomnosti člověka, čímž se značně eliminuje výskyt neshod způsobených lidským faktorem [11].

4.2.1 Materiálový tok

Vstupním materiálem pro následné operace automatizované linky jsou svitky potřebné šířky pro postupový nástroj, jehož zavádění do stroje a jeho následný pohyb je řízen speciálním odvíjecím zařízením DA 1030 zobrazeném na obrázku 4.2. Spolu s odvíjecím zařízením je nezbytné použít rovnačku, pro správné natvarování pásu ze svitku, aby nedocházelo k blokacím materiálu ve tvářecím stroji. Pro účel výroby analyzovaných spon je dostačující rovnačka RP 303 vyobrazená na obrázku 4.3, jejíž asynchronní motor s měničem frekvence umožňuje plynulou změnu rovnačích rychlostí dle taktu tvářecí linky. Usazení materiálu do odvíjecího zařízení je prováděno operátorem linky za pomoci sloupového jeřábu.



Obr. 4.2 Odvíják DA1030 [12].



Obr. 4.3 Rovnačka RP 303 [12].

Plynulý a bezpečný chod celého tvářecího procesu nadále zajišťuje automatizace, která v případě vnějších i vnitřních chyb, jimiž jsou např. neoddělení dvou kusů přístřihů, špatné založení materiálu apod., chrání stroj před poškozením. Použitím speciálních přerušovačů realizovaných na základě různých fyzikálních principů lze spojit nebo rozpojit elektrické obvody, které řídí chod lisu a dokážou rozpoznat správné založení materiálu. Zpracování technologického odpadu je realizováno pomocí tzv. postřihovacích nožů, které jsou součástí postupového nástroje.

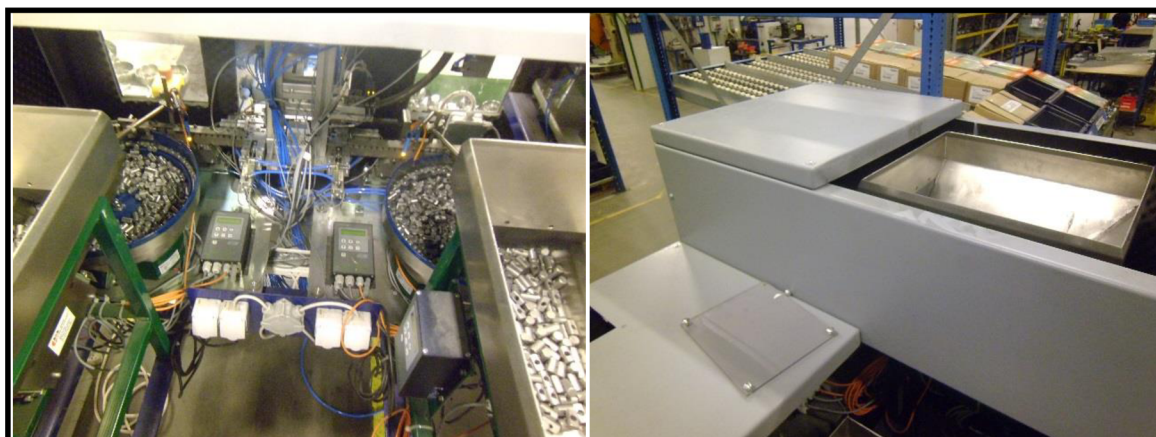
4.2.2 Řízení nástrojů

Větší efektivnost a ekonomičnost vykazuje automatická výměna nástroje řešená komplexně, kdy si v mezním případě stroj zajistí výměnu nástroje sám. Automatická výměna je prováděna též v případě změny technologických operací, které vyžadují odlišné

nebo podobné nástrojové vybavení. Realizace automatické výměny nástrojů je prováděna ze zásobníku nástrojů mechanickou rukou, pomocí revolverových hlav nebo speciálními automatizovanými podavači dopravujícími nástroje z externích zásobníků. Kódové značení nástrojů v zásobníku umožňují volbu nástroje programem, což značně eliminuje časové ztráty manuálním seskupováním nástrojů.

4.2.3 Mezioperační manipulace

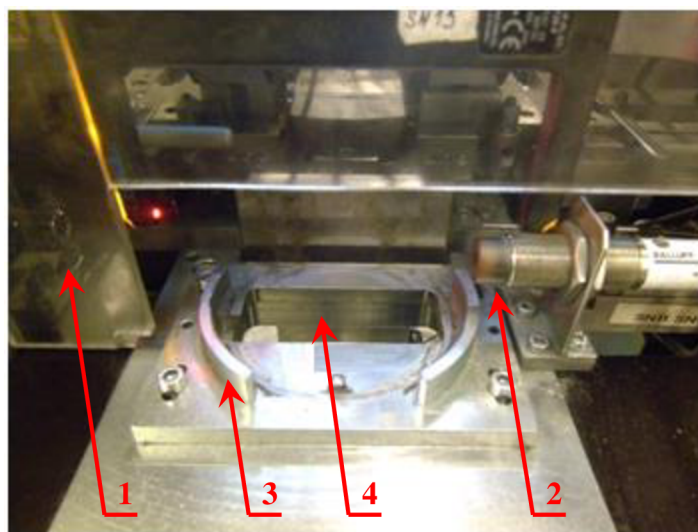
Manipulace mezi postupovým tvářecím strojem a montážním automatem je prováděna pomocí speciálních kleštinových podavačů a pneumatického ramene, který současně zabezpečuje správnou orientaci vytvarovaného dílu pro montážní operaci. Na obrázku 4.4 je znázorněno zavádění polotovarů potřebných k montáži (šrouby a matice), které je realizováno pomocí násypky přes zásobníky s orientačním vibračním zařízením, které má za úkol orientovat součásti před vstupem do zásobníků a zajistit jejich setrvání v patřičné poloze. Z důvodu zabránění poruchám v chodu stroje, je zařazeno do zásobníku kontrolní zařízení ověřující orientaci součásti a zabezpečující případné zastavení chodu montážního stroje.



Obr. 4.4 Vibrační zásobníky matic a šroubů.

4.2.4 Automatizovaná montáž s balením

Montáž spon je realizována elektrickým utahovákem s možností regulace a počtu otáček, který je znázorněn na obrázku 4.5. Míra zašroubování je kontrolována optickým čidlem, které předává zpětnou vazbu řídicí jednotce a ta vyhodnocuje zadané parametry zašroubování s reálným stavem a provádí korekci počtu otáček. Po zpětném chodu utahováku spona propadá propadovým otvorem na pásový dopravník, který zajišťuje dopravu kompletních spon do předem definovaných balících kartonů. Po naplnění první balící jednotky požadovaným počtem dílů je dráha spon přesměrována automatickou výhybkou do druhé balící jednotky. Operátorem je provedeno samotné zalepení kartonu a označení identifikačním štítkem s následným uložením na paletu. Po dokončení kompletní výrobní dávky je paleta s díly převezena a zaevidována manipulantem do skladu.



Obr. 4.5 Montážní jednotka.

1) elektrický utahovák, 2) optické čidlo, 3) ustavovací přípravek, 4) propadový otvor.

4.3 Výběr řešení

Porovnáním obou variant, jak je vidět z tabulky 4.1, lze vyhodnotit jak spoustu výhod tak i nevýhod. Primárním kritériem výběru je pro podnik najít co neoptimálnější řešení, které bude skýtat co nejkratší realizaci nového výrobního procesu. Dalším významným aspektem výběru se stává snadná a rychlá variabilita přeseřízení procesu na obdobné výroby spon, než které jsou předmětem stávajícího řešení. Z rozpracovaných stávajících projektů je již v současné době zřejmé, že vybrané výrobní pracoviště bude muset být kompatibilní s dalšími dvěma projekty, které se budou v častých periodických intervalech přenastavovat.

Těmto požadavkům je blíže varianta výrobní buňky, která i přes vyšší výrobní takt je rychleji realizovatelná než automatizovaná CNC linka a její nižší počáteční investice a rychlá možnost přenastavení jednotlivých výrobních operací skýtá lepší potenciál jako pružný výrobní proces.

Tab. 4.1 Porovnání výrobní buňky s automatizovanou CNC linkou.

Výrobní buňka		Automatizovaná CNC linka	
Výhody	Nevýhody	Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> - rychlé přenastavení na jiný typ spony - snadné seřízení jednotlivých operací - nenáročná obslužnost strojů - nižší požadavky na kvalifikovanost výrobních operátorů - nízké počáteční investice 	<ul style="list-style-type: none"> - nutnost více výrobních operátorů - pomalejší mat. tok buňkou - větší riziko výskytu neshodných dílů vlivem lidského faktoru 	<ul style="list-style-type: none"> - minimum obslužných operátorů - rychlý výrobní takt - nízká rizikovost výskytu neshodných dílů 	<ul style="list-style-type: none"> - složité nastavení výrobního procesu - vysoká kvalifikovanost seřizovacích operátorů - obtížné odstraňování poruch - vysoké počáteční investice

5 NÁVRH REALIZACE VYBRANÉHO ŘEŠENÍ

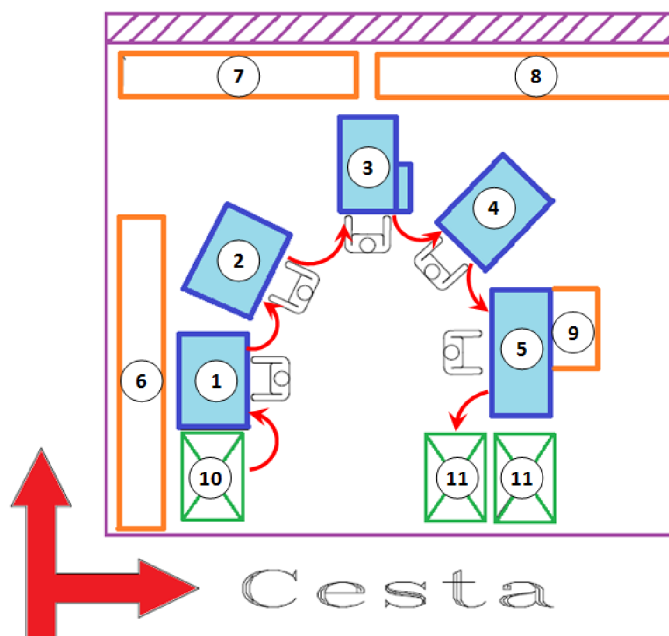
Při návrhu výrobní buňky z důvodu vytíženosti bude kladen největší důraz na její výrobní takt, jenž z výrobních kapacit nesmí přesáhnout 11 sekund. Docílení takových výrobních časů lze dosáhnout optimalizací jednotlivých výrobních operací s pomocí implementace principů štíhlé výroby a odstraněním některých výrobních operací, čímž je již v kapitole 4.1.1 zmiňované odmašťování, které lze za pomoci změny současného tvarovacího oleje za mazivo IRMCO FLUIDS z výrobního procesu úplně odstranit.

Vhodným uspořádáním výrobních strojů a pracovišť bude možné značně zredukovat manipulační časy mezi jednotlivými operacemi, jež je ve výrobní buňce realizováno pouze pomocí operátorů bez potřeby využívání manipulačních prostředků.

Následné řešení v jednotlivých kapitolách jsou pouze navrhovaná možná řešení, protože reálný projekt je prozatím ve fázi hledání optimálního řešení. Postupnou implementací principů štíhlé výroby můžou být některé návrhy pozměňovány a přizpůsobovány reálným potřebám výrobního procesu.

5.1 Layout výrobní buňky

Pro vytvoření výrobní buňky bude nezbytné zakoupení dvou hydraulických lisů SCHOEN SH/LF 65, které svým výkonem a pracovním zdvihem splňují požadavky buňky a budou využity pro první dvě operace tvarování. Pro následnou operaci děrování bude možné využít excentrický lis GIACOMO T20 CE a klikový lis HELMERDING EH 35B lze využít pro operaci finální tvarování. Oba tyto lisy jsou k dispozici ze současného strojového vybavení podniku.



Obr. 5.1 Návrh výrobní buňky v půdorysu.

- 1) výrobní operace 1. tvarování, 2) výrobní operace 2. tvarování, 3) výrobní operace děrování, 4) výrobní operace finální tvarování, 5) montážní, kontrolní a balící stanoviště, 6) regál s nástroji, 7) regál s nástroji, 8) regál s polotovary (šrouby, matice), 9) zásobník polotovarů, 10) paleta s přístřihy, 11) palety se zkompleťovanými díly.

Na obrázku 5.1 je znázorněna podlahová dispozice činicí 56 m², která je plně dostačující pro rozmístění strojů a jejich příslušenství, k nimž se řadí regály pro nástroje a polotovary, měřicí a kontrolní zařízení, prostory pro dokumentaci s místem pro měření a zapisování. Vymezené prostory disponují všemi energetickými zdroji, kterými jsou možnost elektrického připojení a možnost připojení pneumatického zařízení na centrální rozvod.

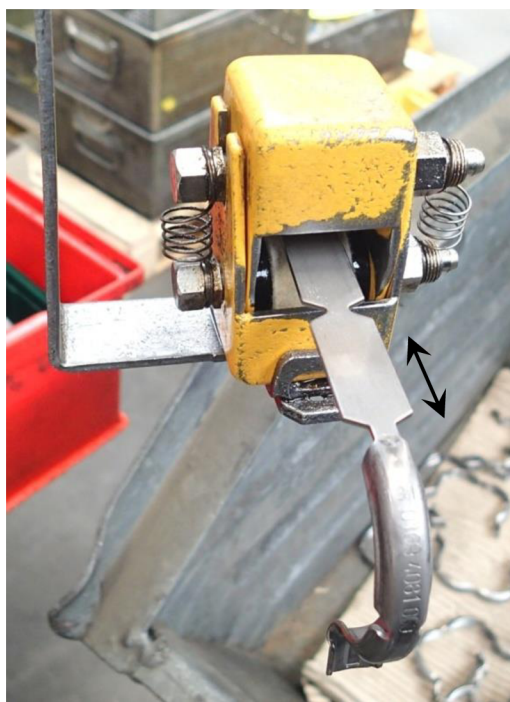
5.1.1 Přínos nového layoutu

Ze současného rozmístění strojů a potřebných jednotlivých dispozic u každého stroje, jehož rozloha činí 94 m², je zeštíhlení plochy na 56 m² značným ušetřením výrobních ploch. Procentuelně vyčíslená úspora činí 40 %.

5.2 TPM ve výrobní buňce

U jednotlivých výrobních pracovišť byla v minulosti prováděna pozorování se zaměřením na trvanlivost a životnost jednotlivých nástrojů, které je možné nyní zohlednit při zavádění totálně produktivní údržby. Z důvodu častých nastavování výrobní buňky na jiný sortiment výroby (jedná se o další dva druhy spon, které jsou typově velmi podobné a liší se hlavně výslednými rozměry, jež jsou ovlivněny především nástrojovými rozměry) jsou jednotlivé nástroje uloženy v nástrojových regálech, v nichž jsou k dispozici také náhradní nástrojové díly, které byly vytipovány pozorováním ze spotřeby nástrojů.

Jedním z problémů současných výrobních operací je způsob a množství maziva, kterým jsou tvářený materiál a tvářecí nástroje mazány. Na obrázku 5.2 je znázorněn jeden z možných způsobů mazání, jehož principem je namazání tvářeného přístřihu filcovými válečky, které občasným poléváním vstřebávají mazivo, a při průtahu přístřihu mezi válečky zůstává mastný film na materiálu. Tento způsobem jsou dosaženy dostatečné mazací podmínky pro tvářecí operace a je zabráněno zbytečným plýtváním maziva.



Obr. 5.2 Způsob nanášení maziva.

Zapojení samotných operátorů a seřizovačů do autonomní údržby skýtá velkou pružnost a rychlost výměny poškozených nebo již opotřebovaných nástrojů. Operátor po zaškolení dokáže rozpoznat poškozený nástroj a snáze dokáže kontrolovat cyklus trvanlivosti jednotlivých nástrojů podle nástrojových karet. Dispozicí náhradních nástrojů přímo ve výrobní buňce je schopen seřizovač ve velmi krátké době znovu zprovoznit opotřebovaný nástroj nebo nastavit celou buňku na výrobu jiného dílu. Vlastním úkolem údržby zůstává oprava nebo náhrada poškozených nástrojů a provádění preventivní údržby strojů dle předem sestaveného plánu preventivních údržeb.

5.2.1 Přínos TPM

Přenesením některých úkolů a pravomocí na samotné operátory a seřizovače v oblasti autonomní údržby lze docílit komplexněji a specializovaněji prováděné údržbářské úkony, které se do budoucna projeví zrychlením preventivních údržeb a snížením poruchovosti strojů.

5.3 5S ve výrobní buňce

Pomocí metody 5S bude realizována podoba výrobní buňky do stavu, který svým uspořádáním a zpřehledněním pomůže optimalizovat výrobní proces a s použitím pouze nezbytných zdrojů bude moci být zákazníkovi dodán produkt s maximálně možnou kvalitou.

5.3.1 Sortování (seiri)

Prvním krokem metody 5S nebude až tak třídění, ale hlavním úkolem realizačního týmu bude snaha vytipování jen nezbytně nutných věcí, které jsou potřebné k realizaci kvalitního výrobku. Mezi hlavní sortiment věcí budou patřit výrobní nástroje, potřebná kontrolní měřidla a přípravky, informační tabule, pracovní a kontrolní instrukce, výkresy dílů a zaznamenávací pomůcky.

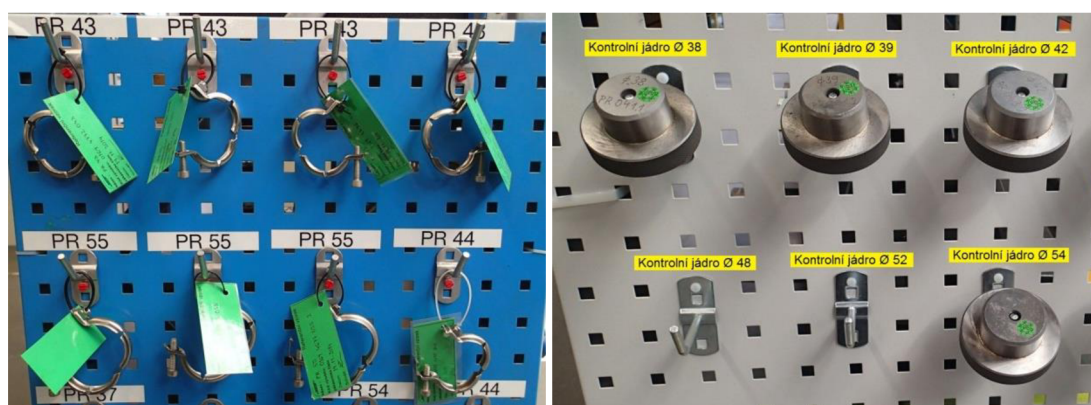
5.3.2 Setřídění (seiton)

Uspořádané a přehledné pracoviště podporuje produktivitu práce a eliminuje časy potřebné k nalezení a vrácení nástrojů, materiálů, měřidel a záznamů. Součástí tohoto bodu bude názorné rozvržení ploch, označení transportních cest, označení prostor pro vstupní materiály, označení strojů a nástrojů, pro které musí být pevně definována místa jejich uložení, jejichž obdoba je vidět na obrázku 5.3.

Z důvodu více vyráběných artiklů ve výrobní buňce je nutno zpřehlednit uspořádání jednotlivých kontrolních přípravků a referenčních vzorků, které jsou nezbytnou součástí dobře provedeného kvalitativního hlediska, jejichž demonstrativní uspořádání lze vidět na obrázku 5.4.



Obr. 5.3 Návrh uspořádání nástrojů do regálu.



Obr. 5.4 Návrh uspořádání referenčních vzorků a kontrolních jader.

5.3.3 Čištění (seiso)

Počáteční důkladný úklid realizačním týmem je prvním krokem k trvalému udržování čistoty na pracovišti. Odstraněním nečistot z pracoviště lze zamezit znehodnocováním výrobku a napomáhá k odhalování abnormalit strojů. Aby bylo možné pracoviště udržovat ve stále čistém stavu, je nutné stanovit odpovědnosti a plán čištění, který je následovně spolu s harmonogramem čištění umístěn na informační tabuli v buňce. Zjednodušený plán čištění je vidět v tabulce 5.1.

Tab. 5.1 Plán čištění.

Výrobní buňka VPP								
Den	Jméno	Stroj A	Stroj B	Stroj C	Stroj D	Stoly	Tabule	Regály
Po	Operátor 1	x	x	x	x			x
Út	Operátor 2	x	x	x	x	x		
St	Operátor 3	x	x	x	x			x
Čt	Operátor 4	x	x	x	x	x		
Pá	Operátor 5	x	x	x	x		x	

5.3.4 Standardizace (seiketsu)

V tomto kroku bude pracoviště přizpůsobeno potřebám operátorů a seřizovačů s ohledem na pracovní prostředí. Výběrem nejefektivnějšího osvětlení a přizpůsobením klimatických podmínek stropním větrákem lze operátorům vytvořit příjemnější pracovní prostředí. Přizpůsobením podlahové části rohožní pokrývkou, která je zobrazena na obrázku 5.5, lze operátorů dodat vyšší komfort při dlouhém stání a zabraňovat únavě. Rohože současně vytváří protiskluzový povrch, který v kombinaci se žlutými hranami přispívá k bezpečnému pohybu v buňce.



Obr. 5.5 Ergonomická protiskluzová rohož [13].

5.3.5 Sebedisciplína (shitsuke)

Posledním krok metody 5S je zaměřen na směřování všech aktivit ve výrobním procesu na dodržování stanovených standardů. Všechny aktivity je potřeba průběžně kontrolovat a vyhodnocovat, k čemu slouží tzv. Kontrolní karty, kde pracovníci svým podpisem potvrdí, že pracoviště převzali a předali ve standardním stavu, čímž se operátoři kontrolují mezi sebou. Pro případné neshody je v kartě vyhrazen prostor „Poznámka“, kde operátor nebo mistr uvádí zjištěný nedostatek nebo potřebnou aktualizaci. Příklad takové karty je uveden v tabulce 5.2.

Tab. 5.2 Kontrolní karta.

Datum	Směna	Jméno	Poznámky	Podpis pracovníka	Podpis mistra

Pro nezávislé posouzení daného stavu pracoviště jinými osobami jsou prováděny pravidelné audity 5S pracovníky, kteří nejsou z daného pracovního prostředí, ale umí posoudit, zda se pracoviště nachází ve standardním stavu podle předepsaných kritérií nebo ne. Rozdělená kritéria jsou hodnocena body od 0 (velmi špatně) až do 4 (velmi dobře).

Vyhodnocení je průměrem všech kritérií v bodovém hodnocení jejich součtu. V závěru tým uvede doporučení, které v případě nižšího hodnocení budou vést ke splnění všech kritérií na maximální počet bodů. V příloze 7 je příklad formuláře auditu 5S.

Audity budou prováděny dva krát v měsíci, přičemž jednou se bude jednat o plánovaný audit a jednou bude audit proveden namátkově. Smyslem auditů je provedení prověrky pořádku a čistoty na pracovišti z důvodu zvýšení zainteresovanosti a odpovědnosti pracovníků za 5S. Výsledky auditu je také možné použít jako podklad pro odměňovací systém.

5.3.6 Vizualizace 5S

Vizualizaci můžeme chápat jako prostředek k rychlému a jednoduchému pochopení situace, odhalení abnormalit, odchylek a chyb. Vytvořením vizuálního pracoviště je prezentováno vše, co bylo v rámci 5S vytvořeno a jedná se dobrý porovnávací způsob, jak zviditelnit stav před a po zavedení 5S. Příklad vizualizace je uveden na obrázku 5.6, na kterém je znázorněno pracoviště v NORMA Czech nedávno inovované metodou 5S.



Obr. 5.6 Příklad vizualizace pracoviště 5S.

6 ZÁVĚREČNÉ VYHODNOCENÍ

Hlavním přínosem vybraného řešení zeštíhlení výroby je snížení původních 8 výrobních operací na 7, z čehož pouze výrobní operace lisování je separována od zbylého výrobního procesu, který je soustředěn do jednoho výrobního prostoru, a to do výrobní buňky. Odstranění jednotlivých příčin plýtvání je zohledněno v tabulce 6.1, ve které jsou vytipovány největší nedostatky současného stavu výrobního procesu.

Tab. 6.1 Plýtvání ve výrobním procesu a jeho odstranění.

Problém	Způsob odstranění
Přeprava a manipulace mezi operacemi	Návrh a sestavení výrobní buňky
Výškový rozdíl mezi pracovním prostorem a uloženými díly	Ergonomické uspořádání strojů ve výrobní buňce
Způsob a dávkování maziva	Odstranění v rámci TPM (implementace filcových mazadel)
Není stanovena trvanlivost a životnost nástrojů	Stanovení v rámci TPM
Prostoje způsobené výměnou nástrojů	Návrh a sestavení výrobní buňky Nastavení procesu TPM
Vznik nebezpečného odpadu z odmašťovacího stroje	Odstranění operace odmaštění nahrazením současného maziva

6.1 Porovnání pracovních časů

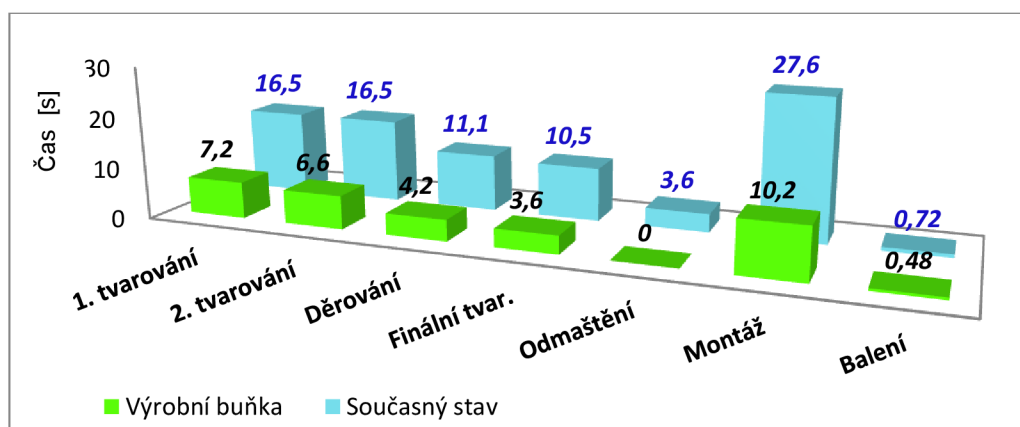
Vhodný způsob sestavení výrobní buňky sníží mezioperační manipulační časy, které jsou nově zahrnuty do výrobních časů jednotlivých operací. Seřizovací časy jednotlivých výrobních strojů byly eliminovány vhodným uspořádáním, uložením a značením výrobních nástrojů v rámci stanovení TPM. V tabulkách 6.2 a 6.3 jsou uvedeny současné a teoreticky navrhované výrobní časy vyplývající z teoretické simulace jednotlivých výrobních operací prováděných ve výrobních podmínkách společnosti. Porovnávané navrhované časy výrobní buňky zobrazené na obrázku 6.1 se můžou v nepatrné míře lišit od reálných časů v důsledku nepředpokládaných náhodných vlivů.

Tab. 6.2 Současné výrobní časy.

Operace	Název stroje	Současný stav				Celkem [sec]
		Výrobní čas		Seřizovací čas		
		min/1000ks	sec/1ks	min	sec/1ks	
1. tvarování	Hydraul. lis WANZKE HPC 45	275	16,5	30	0,36	16,86
2. tvarování		275	16,5	30	0,36	16,86
Manipulace	Jungheinrich ERE 120	1,5 min	0,018	0	0	0,018
Děrování	Ex. Lis GIACOMO T 20 CE	185	11,1	20	0,24	11,34
Manipulace	Jungheinrich ERE 120	1,5 min	0,018	0	0	0,018
Finální tvarování	Mech. Lis HELMERDING EH 35B	175	10,5	20	0,24	10,74
Manipulace	Jungheinrich ERE 120	2 min	0,024	0	0	0,024
Odmaštění	Odmašťovací stroj WIR 4H	60	3,6	20	0,24	3,84
Manipulace	Jungheinrich ERE 120	2 min	0,024	0	0	0,024
Montáž	Montážní stůl pro 2 operátory	460	27,6	30	0,36	27,96
Manipulace	Jungheinrich ERE 120	2 min	0,024	0	0	0,024
Balení	Balící linka	12	0,72	8	0,096	0,816

Tab. 6.3 Teoreticky navrhované výrobní časy.

Operace	Název stroje	Buňka - návrh				Celkem [sec]
		Výrobní čas		Seřizovací čas		
		min/1000ks	sec/1ks	min	sec/1ks	
1. tvarování	Hydraul. lis SCHOEN SH/LF 65	120	7,2	20	0,24	7,44
2. tvarování	Hydraul. lis SCHOEN SH/LF 65	110	6,6	20	0,24	6,84
Děrování	Ex. Lis GIACOMO T 20 CE	70	4,2	10	0,12	4,32
Finální tvarování	Mech. Lis HELMERDING EH 35B	60	3,6	10	0,12	3,72
Montáž	Montážní stůl	170	10,2	10	0,12	10,32
Balení	DIGI váha s počítáním kusů	8	0,48	5	0,06	0,54



Obr. 6.1 Graf porovnání výrobních časů.

6.1.1 Výpočet výrobních časů

Výpočty časů budou zaměřeny na všechny výrobní operace kromě lisování, která nebyla předmětem návrhu implementace principů štíhlé výroby, tudíž je zbytečné zahrnovat tyto časy do srovnání.

➤ **Jednotkový čas současné výrobní doby:**

$$t_{sk} = \sum t_{vi} [s], \quad (6.1)$$

kde:

t_{sk} - jednotkový čas současné výrobní doby [s],

t_{vi} - jednotkový čas výroby jednotlivých operací [s].

$$t_{sk} = 16,5 + 16,5 + 11,1 + 10,5 + 3,6 + 27,6 + 0,72 = 86,52 \text{ s}$$

➤ **Takt navrhované výrobní buňky:**

Takt výrobní buňky je dán časem nejpomalejší výrobní operace v buňce, kterou je v tomto případě operace montáž. Z důvodu zefektivnění výrobního toku bude montáž prováděna dvěma operátory a bude provedeno zdvojení některých výrobních operací, aby bylo dosaženo plynulého toku materiálu buňkou. Konečné časy po zdvojení některých operací jsou uvedeny v tabulce 6.4.

Tab. 6.4 Teoreticky navrhované výrobní časy po zdvojení operací.

Operace	Název stroje	Buňka - návrh				Celkem [sec]
		Výrobní čas		Seřizovací čas		
		min/1000ks	sec/1ks	min	sec/1ks	
1. tvarování	Hydraul. lis WANZKE HPC 45	120	7,2	20	0,24	7,44
2. tvarování	Hydraul. lis WANZKE HPC 45	110	6,6	20	0,24	6,84
Děrování + Finální tvar.	Ex. Lis GIACOMO T 20 CE	130	7,8	10	0,12	8,04
	Mech. Lis HELMERDING EH 35B			10	0,12	
1. Montáž + Balení	Montážní stůl DIGI váha s počítáním kusů	178	5,34	15	0,18	5,52
2. Montáž + Balení	Montážní stůl DIGI váha s počítáním kusů		5,34	15	0,18	5,52

Ze stanovených hodnot je zřejmé, že výsledný takt výrobní buňky t_T je 7,8 sekund. Rozdělení zdvojené operace montáž+balení mezi dva operátory zbyla časová rezerva od taktu výrobní buňky 2,46 sekundy, která bude následně využita na průběžnou kontrolu vyráběných dílů dle stanovené kontrolní instrukce.

6.2 Porovnání efektivnosti

- Výpočet současné efektivnosti procesu:

$$E_{sk} = \frac{\sum t_{sk} + \sum t_{msk}}{n \cdot t_{usk}} \cdot 100 [\%], \quad (6.2)$$

kde:

E_{sk} - současná efektivnost výrobního procesu [%],

t_{msk} - jednotkový čas manipulačního času [s],

n - počet výrobních operací [-],

t_{usk} - čas nejvyššího místa současného cyklu [s].

$$E_{sk} = \frac{86,52 + (0,018 + 0,018 + 0,024 + 0,024 + 0,024)}{7 \cdot 27,6} \cdot 100 = 45 \%$$

- Výpočet efektivnosti navrhované výrobní buňky:

$$E_{bu} = \frac{\sum t_{bu}}{n \cdot t_{ubu}} \cdot 100 [\%], \quad (6.3)$$

kde:

E_{bu} - efektivnost výrobní buňky [%],

t_{bu} - jednotkový čas výroby jednotlivých operací v buňce [s],

t_{ubu} - čas nejvyššího místa navrhované výrobní buňky [s].

$$E_{bu} = \frac{7,2 + 6,6 + 7,8 + 5,34 + 5,34}{5 \cdot 7,8} \cdot 100 = 83 \%$$

Zavedením výrobní buňky a zakoupením dvou hydraulických lisů SCHOEN SH/LF 65 vzrostla efektivita výrobního procesu ze 45 % na 83 %.

6.3 Návrh návratnosti pořizovací ceny strojů

Pro zhodnocení investic by bylo vhodné použít metodu čisté současné hodnoty a metodu vnitřního výnosového procenta, ale z důvodu nedostatku informací o koupi a strategii používání nových strojů ve společnosti NORMA Czech tyto metody nelze použít. Bude použit zjednodušený výpočet návratnosti ceny, ve kterém bude zohledněna cena jednoho lisu 1 634 260 Kč a cena jedné spony 33,99 Kč, ve které jsou zahrnuty veškeré náklady a zisk na jeden kus této spony.

Z tabulky 6.5 je patrné, že zefektivnění procesu zavedením výrobní buňky se zvedne kapacita na 10 383 kusů za den (za třisměnný provoz), což je o 7 449 kusů více než v současné době. Zvýšenou produkovanou hodnotu výrobní buňky tedy tvoří 7 449 kusů, a je možné z něj určit návratnost investice v podobě zakoupení dvou hydraulických lisů.

Tab. 6.5 Zvýšený počet vyrobených kusů spon.

	1 směna [ks] (počet vyrobených kusů)	3 směny [ks] (počet vyrobených kusů)
Proces před zefektivněním	978	2 934
Proces po zefektivnění	3 461	10 383
Rozdíl R [ks]	2 483	7 449

- Výpočet zvýšené hodnoty spon za jeden den:

$$N_d = R \cdot P_s \text{ [Kč]}, \quad (6.4)$$

kde:

N_d - zvýšená hodnota spon za jeden den [Kč],

R - rozdíl počtu vyrobených spon [ks],

P_s - současná cena spony [Kč].

$$N_d = 7449 \cdot 33,99 = 253\,191,51 \text{ Kč}$$

- Výpočet návratnosti pořizovací ceny strojů:

$$N_c = \frac{\sum P_c}{N_d} \text{ [dny]}, \quad (6.5)$$

kde:

N_c - návratnost [dny],

P_c - pořizovací cena stroje [Kč].

$$N_c = \frac{2 \cdot 1\,634\,260}{253\,191,51} = 12,9 = 13 \text{ dnů}$$

Jednoduchým výpočtem bylo zjištěno, že investice na koupi dalších dvou hydraulických lisů do výrobní buňky na produkci spon je perspektivní a návratnost této investice při třísměnném provozu se pohybuje kolem 13 pracovních dnů.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vlivem metod štíhlé výroby navrhnout výrobní proces, který svou optimalizací a odstraněním zbytečných vlivů plýtvání dokáže produktivněji a úsporněji produkovat požadovaný objem výrobků. Zavedením metod štíhlé výroby lze dobře zefektivnit pružnost výrobních procesů, čímž je možné vyrábět i méně objemové zakázky v nepravidelných intervalech, aniž by byly vykazovány velké ztráty seřizováním strojů a jsou tak ušetřeny nemalé finanční ztráty.

Z analyzovaného stavu současné výrobní oblasti spon VPP 50 byl navržen výrobní proces ve výrobní buňce, která byla sestavena se stávajícího strojního vybavení podniku a ze dvou nově pořízených hydraulických lisů. Po zanalyzování stavu výrobní buňky vyplynuly následující skutečnosti:

- navrženým uspořádáním strojů do výrobní buňky byla zvýšena produkce spon ze současných 3 461 kusů na 10 383 za den, čímž efektivnost výrobního procesu vzrostla ze 45 % na 83 %,
- návratnost investice při pořízení hydraulických lisů byla vyčíslena na 13 pracovních dnů,
- navrženým řešením byl splněn primární požadavek na inovovaný proces, kterým bylo stanovení výrobního taktu na maximální hodnotu 11 sekund, čehož bylo docíleno a výsledný takt navrhované výrobní buňky dosahuje 7,8 sekundy.

Přibývající nové projekty a navyšující se objemy objednávek nutí společnost NORMA Group s.r.o. přizpůsobovat neustále své výrobní procesy požadavkům zákazníků, a tím se stávat inovativním podnikem, který se dokáže přizpůsobit změnám, čímž si upevňuje své postavení na trhu a stává se konkurenceschopnou společností.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. LEAN company: Historie. *LEAN company* [online]. 2006 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.leancompany.cz/historie.html>
2. KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Vyd. 1. Překlad Kateřina Janošková. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.
3. Kaizen pro život?. In: *Probuzení* [online]. 2012, 14.1.2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://probuzeni.blogspot.cz/2015/01/kaizen-pro-zivot.html>
4. TPM (Total Productive Maintenance). In: STÖHR, Tomáš. *API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. 2012 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/70725.tpm-total-productive-maintenance/>
5. KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.
6. Poka-Yoke. *API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. © 2005 - 2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68410.poka-yoke/>
7. Poka-Yoke at the Gas Station. In: *Madera Labs* [online]. 30.12.2013 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.maderalabs.com/?p=1241>
8. 5S Metoda. In: *ROI Management Consulting AG* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/skoleni/ankety/5s-metoda#.VNz4PvmG WQ>
9. Kde se vzala a k čemu všemu je vlastně SWOT analýza. In: ZIKMUND, Martin. *Business Vize* [online]. 3.11.2010 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/planovani/kde-se-vzala-a-k-cemu-vsemu-je-vlastne-swot-analyza>
10. NORMA CZECH, s.r.o. *Podnikové zdroje*. Hustopeče, 2015.
11. Automatizace a mechanizace v plošném tváření. In: TATÍČEK, František, Tomáš PILVOUSEK a Martin KUBELKA. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 14.12.2010 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/akademie-tvareni-automatizace-a-mechanizace-v-plosnem-tvareni.html>
12. REBENDA Odvíjáky a rovnačky. *REBENDA* [online]. ©2001-2008 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: http://www.rebenda.cz/czech/index_cz.htm
13. SKYTRAX Rohože. *GAPA MB, s.r.o.* [online]. © 2013 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: [http://www.gapa.cz/Rohoz/4-73/Prumyslove/SKYTRAX#!prettyPhoto\[SKYTRAX\]/0/](http://www.gapa.cz/Rohoz/4-73/Prumyslove/SKYTRAX#!prettyPhoto[SKYTRAX]/0/)
14. Jungheinrich ERE 10/C20. *Jungheinrich AG* [online]. © 2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/elektricky-paletovy-vozik/ere-120/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

<u>Zkratka</u>	<u>Jednotka</u>	<u>Popis</u>
JIDOKA	[-]	Autonomation / automatizace s lidskou inteligencí
JIT	[-]	Just-in-time / dodávky právě v čas
KAIZEN	[-]	Změna k lepšímu
POKA-YOKE	[-]	Vyhnout se chybě
SMED	[-]	Single Minute Exchange of Dies / výměna nástroje během jedné minuty
SWOT	[-]	Analýza umožňující popsat situaci podniku
TPM	[-]	Total Productive Maintenance / totálně produktivní údržba
TPS	[-]	Toyota Production Systém / výrobní systém Toyota

<u>Symbol</u>	<u>Jednotka</u>	<u>Popis</u>
E_{bu}	[%]	efektivnost výrobní buňky
E_{sk}	[%]	současná efektivnost výrobního procesu
N_d	[Kč]	zvýšená hodnota spon za jeden den
N_c	[dny]	návratnost
P_c	[Kč]	pořizovací cena stroje
P_s	[Kč]	současná cena spony
R	[ks]	rozdíl počtu vyrobených spon
n	[-]	počet výrobních operací
t_{bu}	[s]	jednotkový čas výroby jednotlivých operací v buňce
t_{msk}	[s]	jednotkový čas manipulačního času
t_{sk}	[s]	jednotkový čas současné výrobní doby
t_{ubu}	[s]	čas nejužšího místa navrhované výrobní buňky
t_{usk}	[s]	čas nejužšího místa současného cyklu
t_{vi}	[s]	jednotkový čas výroby jednotlivých operací

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Certifikát společnosti NORMA Czech s.r.o. ISO/TS 16949:2009
Příloha 2	Certifikát společnosti NORMA Czech s.r.o. ČSN EN ISO 14001:2005
Příloha 3	Certifikát společnosti NORMA Czech s.r.o. OHSAS 18001:2007
Příloha 4	Současný layout strojů
Příloha 5	Technické údaje nízkozdvížného vozíku Jungheinrich ERE 120
Příloha 6	Navrhované rozmístění strojů ve výrobní buňce
Příloha 7	Formulář auditu 5S



Certificate of Registration

This certifies that the Quality Management System of

Norma Czech, s.r.o.

Havličkova 28
Hustopeče, 69301, Czech Republic

has been assessed by NSF-ISR and found to be in conformance to the following standard(s):

ISO/TS 16949:2009

Scope of Registration:

Design, development and production of pipe sealings and fasteners.

Exclusions: None.



IAF Certificate Number: 0151404
Certificate Number: 6U071-TS7
Certificate Issue Date: 26-SEP-2014
Registration Date: 26-NDV-2012
Expiration Date*: 25-NDV-2015

Carl Blazik,
Director, Technical
Operations & Business Units,
NSF-ISR, Ltd.

NSF International Strategic Registrations

729 North Durosoie Road, Ann Arbor, Michigan 48105 | (855) NSF-3000 | www.nsf-int.org

Page 1 of 2

PŘÍLOHA 2

Certifikát společnosti NORMA Czech s.r.o. ČSN EN ISO 14001:2005 [10].


3EC[®]
international

3EC International, s.r.o.
Hornoměřolupská 518/68, 102 00 Praha 10, Česká republika

CERTIFIKÁT

Tento certifikát potvrzuje, že systém managementu environmentu společnosti

NORMA Czech, s.r.o.
Havlíčková 28, 693 01 Hustopeče
Česká republika


splňuje požadavky normy:

ČSN EN ISO 14001 : 2005

Rozsah certifikace:

VÝVOJ A VÝROBA HADICOVÝCH SPON A ÚCHYTEK

Číslo certifikátu: E-0325C/12 Datum vystavení certifikátu: 28.09.2012 Datum počátečního schválení: 10.10.2006

Za předpokladu udržování efektivního systému environmentálního managementu ve společnosti platí tento certifikát od **28.09.2012** do **27.09.2015**.
Pro ověření platnosti certifikátu můžete kontaktovat kancelář 3EC International na čísle: +420 2 6719 9926.


za certifikační orgán

©Tiskárnařepin KASICO, s. s. Bratřova, 110070-11-23

PŘÍLOHA 3

Certifikát společnosti NORMA Czech s.r.o. OHSAS 18001:2007 [10].


3EC[®]
international

CERTIFIKÁT

Tento certifikát potvrzuje, že systém managementu BOZP společnosti

NORMA Czech, s.r.o.

Havlíčková 28, 693 01 Hustopeče, Česká republika


**NORMA
GROUP**

splňuje požadavky normy:

OHSAS 18001:2007

Rozsah certifikace:

VÝROBA HADICOVÝCH SPON A ÚCHYTEK

Číslo certifikátu: S-0278/14 Datum vystavení certifikátu: 29.09.2014 Datum počátečního schválení: 30.09.2011

Za předpokladu udržování efektivního systému managementu BOZP v společnosti platí tento certifikát od **29.09.2014** do **28.09.2017**. Pro ověření platnosti certifikátu můžete kontaktovat kancelář 3EC International na čísle: +420 2 6719 9926.

Adresa kanceláře: 3EC International a.s., Hraničná 18, 821 05 Bratislava, Slovenská republika


Dr. Katarína Srdošová
Vedoucí certifikačního orgánu 3EC International a.s.

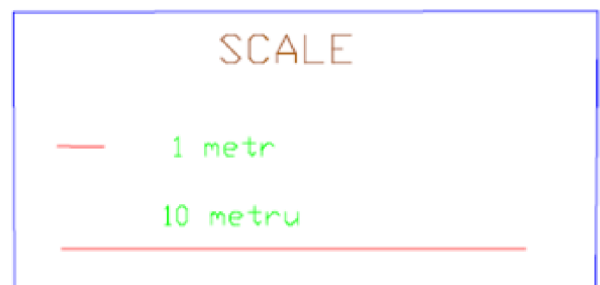
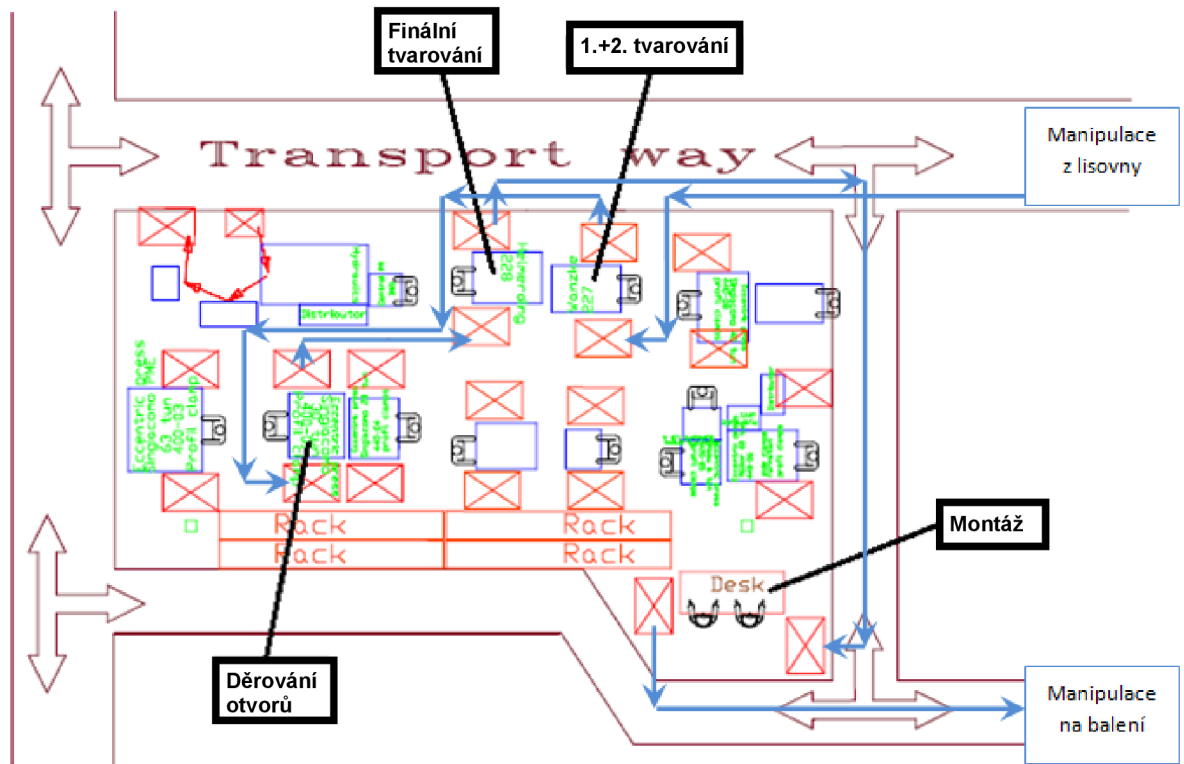

Reg. No. 305/R-065

Certifikační orgán 3EC International a.s. je akreditovaný SNAS pod registračním číslem 305 / R-065 s číslem osvědčení o akreditaci R-065 pre certifikaci systému managementu BOZP

©Tlačiareň centrálna KASICO, a.s., Bratislava, 110-411-13

PŘÍLOHA 4

Současný layout strojů [10].



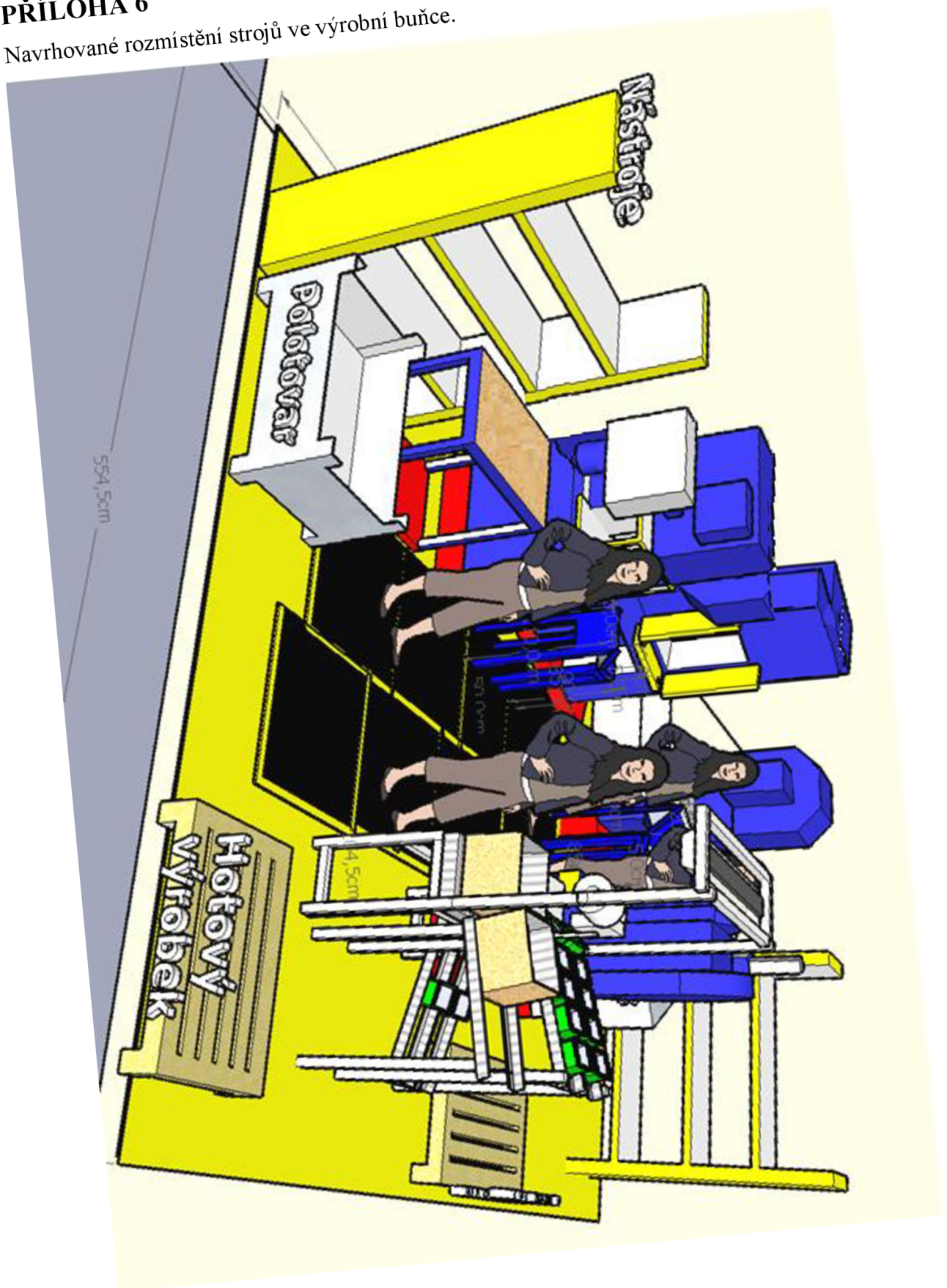
PŘÍLOHA 5

Technické údaje nízkozdvížného vozíku Jungheinrich ERE 120 [14].

Označení	1.1	Výrobce (krátké označení)		Jungheinrich
	1.2	Typová značka výrobce		ERE 120
	1.3	Pohon		elektrický
	1.4	Obsluha ruční, s ručním vedením, vestoje, vsedě, vychytávací vozík		vestoje/ručně vedený
	1.5	Nosnost / náklad	Q t	2
	1.6	Těžité břemene	c mm	600
	1.8	Odstup břemene	x mm	913 ⁴
	1.9	Rozvor náprav	y mm	1347 / 1419 ⁴⁹
	Hmotnosti	2.1	Vlastní hmotnost	kg
2.1.1		Vlastní hmotnost vč. baterie (viz řádek 6.5)	kg	662
2.2		Osové zatížení s vysunutým břemenem vpředu/vzadu	kg	1485 / 1292
2.3		Osové zatížení bez břemene vpředu/vzadu	kg	189 / 588
Kola/podvozek	3.1	Pláště		Vulkollan/PU + Quarz/Vulkollan
	3.2	Velikost kol, přední (x ₁ šířka)	mm	Ø 230 x 70
	3.3	Velikost kol, zadní (x ₂ šířka)	mm	Ø 85 x 100 / Ø 85 x 85
	3.4	Rozměry přídatných kol	mm	Ø 125 x 54
	3.5	Kola, počet vpředu/vzadu (x=hraných)		1x +2/2 nebo 4
	3.6	Rozchod kol, vpředu	b ₁₀ mm	500
	3.7	Rozchod kol, vzadu	b ₁₂ mm	338 / 368 / 498
Základní rozměry	4.4	Zdvih	h ₁ mm	122
	4.9	Výška oje v poloze pro pojezd min/max	h ₃₄ mm	1146 / 1428
	4.15	Výška ve spuštěném stavu	h ₁₃ mm	85
	4.19	Celková délka	l ₁ mm	1834 ⁴⁹
	4.19.1	Celková délka (podélně)	mm	1906
	4.20	Délka včetně nosné desky vidlí	l ₂ mm	682 / 754 ⁴⁹
	4.21	Celková šířka	b ₁ /b ₂ mm	720
	4.22	Rozměry vidlí	s/e/l mm	55 / 172 / 1150
	4.25	Rozměr přes vidle	b ₃ mm	540 ⁴⁹
	4.32	Světlá výška měřená uprostřed mezi nápravami	m ₂ mm	30
	4.33	Min. šířka prac. uličky při paletě 1000x1200 manipulace napříč	Ast mm	2032 / 2104 ⁴⁹⁴
	4.34	Min. šířka prac. uličky při paletě 800 x 1200 manipulace podélně	Ast mm	2082 / 2154 ⁴⁹⁴
	4.35	Poloměr otáčení	W ₄ mm	1595 / 1688 ⁴⁹
4.35.2	Poloměr otáčení při přilživém pojezdu	mm	1667	
Výkonová data	5.1	Rychlost jízdy s/bez břemene	km/h	7.5 / 8.5
	5.2	Rychlost zdvihu s/bez břemene	m/s	0.04 / 0.04
	5.3	Rychlost spouštění s/bez břemene	m/s	0.06 / 0.08
	5.7	Stoupavost s nákladem / bez nákladu	%	3 / 6
	5.8	Max. stoupavost s/bez břemene	%	8 / 16
	5.10	Provozní brzda		generátorická
Elektroinstalace	6.1	Hnací motor výkon S2 60 min	kW	1,6
	6.2	Zdvihový motor výkon S3 10%	kW	2,2
	6.3	Baterie dle DIN 43531/35/36 A, B, C, ne		B
	6.4	Nápětí baterie, jmenovitá kapacita KS	V/Ah	24 / 250
	6.5	Hmotnost baterie	kg	230
	6.6	Spotřeba energie dle VDI-cyklu	kWh/h	0,47
Ost.	8.1	Druh přenosu kroutícího momentu na hnací nápravu		impulsní řízení
	8.4	Hluk dle EN 12053, v úrovni ucha řidiče	dB (A)	75

PŘÍLOHA 6

Navrhované rozmístění strojů ve výrobní buňce.



PŘÍLOHA 7

Formulář auditu 5S.

5S KONTROLNÍ SEZNAM (Výrobní prostory)		Úsek:		Auditor:				
		Body:		Datum:				
		Předch. hodnocení:						
5S	Č.	Kontrolní položka	Kritérium hodnocení	Body				
				0	1	2	3	4
POŘÁDEK (20)	1	Díly / materiál	žádné nadbytečné uskladněné položky nebo nedodělaná práce					
	2	Stroje a zařízení	Všechny stroje a zařízení jsou pravidelně využívána					
	3	Zkušební přípravky a nástroje	Všechny přípravky a nástroje jsou pravidelně používány					
	4	Vizuální kontrola	Letmým pohledem lze rozeznat všechny nepoužívané předměty					
	5	Pokyny pro uspořádání pracoviště a čištění	Jsou přítomny jasné pokyny, aby se zabránilo případným problémům					
I				<i>Součet bodů podskupiny č.1</i>				
ORGANIZACE PRÁCE (20)	6	Označení skladových prostorů	Jednotlivé oddíly a poddíly jsou označeny štítky					
	7	Označení skladových polic a uskladnění zboží	Všechny police a uskladněné zboží jsou jasně označeny					
	8	Množstevní ukazatele	Maximální a minimální množství sklad. Zásob je jasně označeno					
	9	Dělicí čáry	Dělicí čáry jsou čisté a dobře viditelné v předepsané barvě					
	10	Připravky a nářadí	Uskladnění přípravků a nářadí pro snadné použití a vrácení					
II				<i>Součet bodů podskupiny č.2</i>				
ÚKLID (20)	11	Podlaha	Podlaha musí být vždy čistá					
	12	Stroje	Stroje jsou udržovány a čištěny					
	13	Čištění a kontrola	Čištění a kontrola spolu souvisejí					
	14	Odpovědnost za úklid	Je uplatňován systém rotace nebo systém směn					
	15	Pravidelný úklid	Zametání a utírání jsou pravidelné činnosti					
III				<i>Součet bodů podskupiny č.3</i>				
STANDARDIZACE (20)	16	Pracovní prostředí	Čerství vzduch bez zápachu. Vhodná intenzita osvětlení. Správná teplota					
	17	Pracovní oděv	Standard pro oblečení, nesmí být špinavé nebo poskvrněné od oleje					
	18	Vizuální pracoviště	Problémy pracoviště lze lehce rozpoznat					
	19	Bezpečné pracoviště	Označení nebezpečných míst, napětí, tlaku, označení únikových směrů					
	20	První tři kroky	Existuje systém na udržování čistoty - audit 3S					
IV				<i>Součet bodů podskupiny č.4</i>				
ŠKOLENÍ A DISCIPLÍNA (20)	21	Tréning zaměstnanců	Všichni pracovníci se pravidelně účastní tréninku 5S					
	22	Soustavné zlepšování	Workshopy, Kaizen návrhy na zlepšení pracoviště					
	23	Porady, schůzky a kouření	Dochvilnost a dodržování pravidel pro kouření					
	24	Pravidla a směrnice	Seznámení se se směrnicemi, prac. Postupy a jejich dodržování					
	25	Dodržování pravidel	Všechna nařízení a pravidla jsou dodržována					
V				<i>Součet bodů podskupiny č.5</i>				
Zkontrolujte, zda jsou v každé kolonce přiděleny body a uveďte celkový součet bodů z pěti skupin				Celkem				
Hodnocení: 0 - velmi špatné, 1 - špatné, 2 - průměrné, 3 - dobře, 4 - velmi dobře								
Vyjádření auditora:								