



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY A JEJICH IMPLEMENTACE

PRINCIPLES OF LEAN MANUFACTURING AND ITS IMPLEMENTATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Roman Pařkovič

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Simeon Simeonov, CSc.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Roman Pařkovič**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **doc. Ing. Simeon Simeonov, CSc.**
Akademický rok: 2016/17

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

Principy štlíhlé výroby a jejich implementace

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Štlíhlá výroba je dnes hojně využívána především v automobilovém průmyslu a její principy se snaží přejímat i středně velké podniky s maloseriovou 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 štlíhlé výroby a návrh implementace těchto principů na reálné pracoviště CNC.

Seznam doporučené literatury:

REMBOLD, Ulrich., Bartholomew O. NNAJI a Alfred STORR. Computer integrated manufacturing and engineering. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., c1993. ISBN 0201565412.

MOORE, Ron. Selecting the right manufacturing improvement tools: what tool? when?. Boston: Elsevier Butterworth-Heinemann, c2007. ISBN 0750679166.

PINEDO, Michael. Planning and scheduling in manufacturing and services. New York, NY: Springer, c2005. Springer series in operations research. ISBN 0-387-22198-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce na téma *Principy štihlé výroby a jejich implementace* se zabývá popisem problematiky štihlé výroby, jednotlivými metodami štihlé výroby a implementací některé z nich na reálné pracoviště CNC.

Klíčová slova.

Štihlá výroba, štihlý podnik, optimalizace, VSM, plýtvání.

ABSTRACT

Bachelor thesis on the topic of *Principles of lean manufacturing and its implementation* deals with developing description of the lean manufacturing, acquaint with individual methods of the lean manufacturing and implement some of them into the real CNC workplace.

Keywords

Lean manufacturing, lean company, optimization, VSM, waste.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PAFKOVIČ, R. *Principy štihlé výroby a jejich implementace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 42 s. 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.

23.5.2017

Datum

Roman Pařkovič

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu doc. Ing. Simeonu Simeonovi, CSc., za užitečné rady a odborné konzultace při psaní této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat vedení firmy ALBA – METAL s.r.o., za umožnění zpracování praktické části mé práce v reálných podmínkách, především pak panu Janu Vintrlíkovi, MBA., za jeho ochotu a vstřícný přístup.

OBSAH

ABSTRAKT	3
PROHLÁŠENÍ.....	4
PODĚKOVÁNÍ	5
OBSAH.....	6
ÚVOD.....	8
1 ŠTÍHLÝ PODNIK	9
1.1 Principy štihlé výroby	9
1.2 Historie.....	10
1.3 Štihlá administrativa.....	11
1.4 Štihlý vývoj	12
1.5 Štihlá logistika.....	13
2 METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	15
2.1 5S.....	15
2.2 Jidoka	17
2.3 Just - in - time.....	17
2.4 Kanban	18
2.5 TPM.....	19
2.6 SMED.....	19
2.7 Poka – Yoke	19
2.8 VSM	20
2.9 Heijunka	20
3 ALBA – METAL S.R.O.	22
3.1 Produkty	22
3.2 Štihlá výroba v ALBA – METAL s.r.o.....	24
4 ZAVEDENÍ VSM DO SPOLEČNOSTI ALBA – METAL S.R.O.....	25
4.1 Materiálový tok	25
4.1.1 Nákup polotovaru	25
4.1.2 Vstupní kontrola a vstupní sklad	26
4.1.3 Výroba	26
4.1.4 Výstupní kontrola a výstupní sklad	27

4.2	BMW 35A.....	28
4.3	Audi Q3 P53.....	30
4.4	Porsche Macan P57	32
4.5	Souhrn výrobní části	33
	ZÁVĚR	36
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	37
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	41
	SEZNAM PŘÍLOH.....	42

ÚVOD

Štíhlá výroba je dnes již nedílnou součástí výrobního průmyslu. Prakticky ve všech firmách, které jsou zaměřeny na velkosériovou výrobu, jsou dobře seznámeni s její důležitostí. Drtivá většina z nich má také zavedenou minimálně jednu z jejích metod ve svém výrobním systému. O nesporných výhodách, které s sebou štíhlá výroba přináší, ví i ve středních a menších podnicích. Trendem je nalezení takových způsobů, které umožní co nejefektivněji splnit požadavky zákazníků.

Hledání těchto zlepšení je prakticky nekonečnou záležitostí. Jako ve všech sférách prostředí okolo nás je důležitý vývoj. To také platí i pro výrobce. Musí se co možná nejlépe přizpůsobovat aktuální situaci a být schopným hráčem na tržním poli. Trh jako takový se vyznačuje mimo jiné konkurenčním prostředím, a tak je ve vlastním zájmu výrobců se neustále zlepšovat, reagovat na aktuální situaci a snažit se být o krok dále před ostatními.

Z tohoto konkurenčního prostředí vzešla myšlenka štíhlé výroby, která bude dále popsána. Jak již bylo naznačeno, je velmi důležitá hlavně ve velkosériové výrobě, nicméně je již hojně praktikována také v kusové výrobě. Cílem je totiž zefektivnění výroby. S tím je spojený větší zisk, což je vize všech společností napříč výrobním spektrem. Implementace těchto principů je dlouhodobá záležitost, trvající zpravidla několik měsíců, popřípadě let. Je tedy nutností se před uvedením metod do praxe blíže seznámit s touto problematikou, čímž se zabrání možným zbytečným chybám.

Některé metody se využívají ve velké míře, naopak jiné lze nalézt jen velmi zřídka. S přihlédnutím k tomu, že každý podnik je sám o sobě jedinečný a každý má také své omezené možnosti, ať už například územní či finanční, je tento fakt pochopitelný. Nedá se proto očekávat, že by v dohledné době byla nalezena taková metoda, která by bez výjimky maximálně vyhovovala každému typu podniku. Proto je potřeba před zavedením každé metody patřičně zvážit každý aspekt, který bude v budoucnu daná metoda ovlivňovat a podle toho rozhodnout o vhodnosti její implementace.

1 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlým podnikem se rozumí takový podnik, který si je vědom důležitosti maximálního využití surovin. Všechny aspekty štíhlé výroby jsou zde plně respektovány a zastoupeny, ať už ve výrobní, administrativní, logistické nebo vývojové části. Jeho produktivita je dostatečně kvalitní, levná a přitom rychlá. Velký důraz se zde klade na návaznost jednotlivých úseků výroby a zamezení vzniku plýtvání. Tím se rozumí jakákoliv činnost, která zvyšuje cenovou, či časovou hodnotu potřebnou k výrobě a zároveň nezlepšuje žádnou vlastnost výrobku [1].

Plýtvání je obzvláště v hromadné výrobě velmi nežádoucí jev, který stěžuje průběh celé výroby a brzdí ekonomický růst podniku. Mezi základní druhy plýtvání patří [2]:

- Nadvýroba – činnost, která je nad rámec stanovené práce, je zbytečná a zatěžuje ekonomiku.
- Zbytečné pohyby – znamenají delší časový nárok na výrobu a tím pádem vyšší náklady.
- Transport a manipulace – ještě před samotným zbudováním podniku by měl projektant dbát na rozmístění prvků ve výrobě, aby nenarušil postupný chod výrobku. Jednotlivé pracoviště na sebe musí navazovat, aby se předešlo zbytečným transportům. Ty je potřeba co nejvíce minimalizovat. Samotná výroba by se ideálně měla odehrávat v jedné hale.
- Čekání – zpomaluje chod výroby a zvyšuje potřebné výrobní časy.
- Chyby a zmetky – zvyšují spotřebu materiálu, zvyšují čas na vyrobení dobrého kusu a zatěžují chod linky. Prakticky v každé velkosériové výrobě je potřeba počítat s určitým množstvím zmetků, o jejich minimalizaci se snaží v každém štíhlém podniku.
- Zásoby – nadměrné zásoby zatěžují skladové prostory a zvláště z hlediska krátkodobé výroby jsou zbytečné.
- Neefektivní práce – špatné rozložení posloupnosti jednotlivých operací vede ke zvyšování výrobních časů.
- Nevyužití lidského potenciálu – poměrně častým jevem je při špatném nastavení časových norem při výrobě produktu. Nežřídká se stává, že když pracovníci zjistí, že je nastavení normy podhodnocené, rozloží si výrobu na celou směnu. Tím předejdou obvinění ze strany vedení, že končí dlouho před koncem směny.

1.1 Principy štíhlé výroby

Obecná definice štíhlé výroby by se dala označit jako komplexní soubor všech nástrojů, principů a metod, které mají za úkol zamezit jakémukoliv plýtvání při výrobě. Plýtváním se rozumí takové materiálové či časové ztráty, které mají v konečném důsledku za výsledek ztráty ekonomické. Na první pohled by se mohlo zdát, že se zde jedná hlavně o samotné výrobní pracoviště - výrobní linky, stroje a dělníky, které je obsluhují. Pokud ale chce podnik maximálně prosperovat, je třeba zahrnout do tohoto výčtu jakoukoli jeho část. Jinými slovy, musí být dbáno na to, aby byly tyto principy dodržovány také například v jeho vedoucích úsecích. Štíhlé výrobě by mělo odpovídat štíhlé řízení [3].

Proto je potřeba chápat štihlou výrobu jako pouze jeden ze čtyř základních pilířů, které mají společný cíl – odstranit plýtvání a zefektivnit výrobu. Dalšími neméně důležitými oblastmi jsou štihlá administrativa, štihlý vývoj a štihlá logistika, viz. obr. 1.1.



Obr. 1.1: Model chrámu [4].

1.2 Historie

Datum vzniku myšlenky štihlé výroby lze stanovit jen velmi těžko. Dá se ale říci, že první náznaky lze dohledat ve firmě Ford Motor Company v období na začátku 19. století. Henry Ford, který je někdy označován za zakladatele továrního výrobního způsobu, se zaměřil na výrobu automobilu s názvem Model T s takovou důsledností, že dokonce dlouhou dobu odmítal výrobu jiných typů. Uvádí se, že byl, alespoň podle dostupných zdrojů, velký detailista a zároveň jeden z největších odborníků své doby. Do své výroby zavedl dopravní pás, který uděloval výrobě stejný takt. Tím maximálně využíval využití lidí i strojů a také krátký průběžný čas. Přesně také věděl, kde vznikají ztráty a jak jim předejít. Díky tomu jeho automobilka produkovala velké množství Modelu T za stále levnější cenu. Na začátku své výroby stála výroba vozu 440 dolarů a postupně se snížila až na 250 dolarů, díky čemuž se stal velmi rozšířeným, jeden čas dokonce představoval více než polovinu všech amerických aut [3, 5].

O výrazné prohloubení myšlenky štihlé výroby se zasloužil i člověk, který se narodil o několik let později ve Zlíně. Tomáš Baťa, který založil roku 1894 obuvnickou firmu Baťa, odjel na rok do USA a nechal se zaměstnat právě u Henryho Forda. Zde načerpal zkušenosti, které po jeho návratu kompletně změnili fungování jeho firmy. Například z již zmíněné dopravní linky, která byla ve Fordu přímá, udělal kruhovou. Dělníci na jednotlivých pracovištích, které na sebe přímo navazovali, na sebe přes kruh viděli, a tak sledovali dosavadní postup výroby a nepřímou se tím povzbuzovali. Z toho plynul také plynul důmyslný systém kontroly a rychlá analýza případné chyby. Byl si také velmi dobře vědom důležitosti zpětné vazby od dělníků, a tak odměňoval i za malé zlepšení, které vzešlo z jejich strany. Razil heslo, že u něj nepracují dělníci ani

zaměstnanci, ale spolupracovníci. Do své firmy vtiskl racionalitu a regularitu, což mu přineslo ohromný úspěch, který s sebou nesl vysoké zisky. Baťa díky tomu posunul své dosavadní fungování do takového extrému, že pro svou firmu prakticky nechal Zlín přestavit v tovární město. Znamé jsou jeho Baťovy domky, Baťovy prodejny, Baťovy školy, kde připravoval své budoucí zaměstnance, a dokonce Baťovy nemocnice [3, 5].

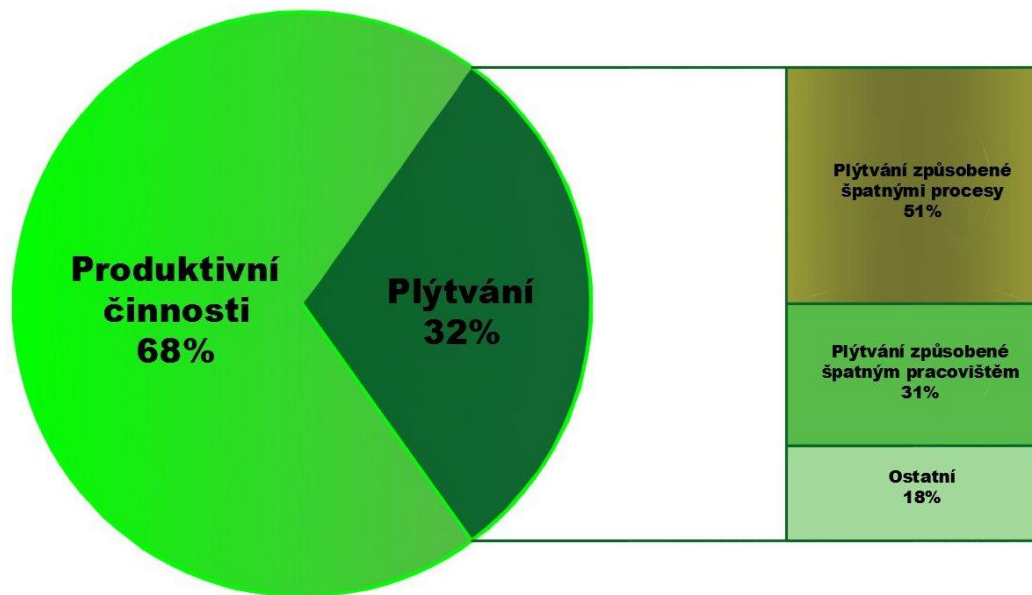
Dalším důležitým milníkem byl konec druhé světové války. Politická situace nahrála rozšíření myšlenky v poražených zemích, neboť na tom byly v důsledku výsledku války a jejich následným restrikcím ekonomicky špatně. Japonská firma Toyota se snažila vyrovnat ostatním konkurentům z celého světa. K tomu potřebovala svou výrobu značně zrychlit, zefektivnit a dodržet při tom nízké výrobní náklady. Se stávajícím pomalým systémem, se kterým v té době pracovala, nebylo možné více prorazit. Tím pádem tedy bylo potřeba nalézt řešení, které by odstranilo všechny nedostatky. Za hlavního propagátora myšlenky je považován Kiichiro Toyoda. Ten tuto myšlenku realizoval s využitím tzv. Toyota Production Systému (TPS), který pracuje na společném využití dvou metod, kterými jsou metoda JIT (Just in time – dodávky právě v čas) a metoda JIDOKA (autonomation – automatizace s lidskou inteligencí). Tyto metody budou jednotlivě podrobně popsány v druhé kapitole. Měly za následek snížení lidské pracovní síly, větší automatizaci celého procesu a z toho plynoucí snížení nákladů. Postupným rozmachem se Toyota dostala do absolutního popředí v automobilním průmyslu a drží se tam dodnes [3, 5].

1.3 Štíhlá administrativa

Správně fungující, na sebe navazující administrativa je základním stavebním kamenem pro rychlou výrobu, neboť dle průzkumů se více než 50 % celkové doby zakázky tvoří právě zde. Důvodů je hned několik [6]:

- nerovnoměrný chod zakázek a z toho plynoucí nerovnoměrné zatížení oddělení podniku,
- komunikační problémy se zákazníky a dodavateli,
- velké vzdálenosti mezi odděleními,
- interní problémy – poruchy, nekompatibilita systému,
- špatná synchronizace administrativních procesů,
- nedostatečná kvalifikace pracovníků,
- nízká produktivita práce.

Uvádí se, že více než 30 % času v administrativní činnosti lze označit za plýtvání, tak jak to lze vidět na obr. 1.2. Toto vysoké číslo by měl každý podnik se štíhlou výrobou brát do úvahy, neboť na první pohled se zdá, že ztráty převažují ve výrobní oblasti, nicméně velké množství času spadá do administrativní činnosti [6].



Obr. 1.2: Poměr mezi produktivní činností a plýtváním v administrativních procesech [5].

1.4 Štíhlý vývoj

Velmi zanedbávanou částí při aplikaci štíhlé výroby je štíhlý vývoj. Firma Technodat dokonce na svém webu uvedla článek s všeříkajícím názvem „Po třiceti letech štíhlé výroby je čas na štíhlý vývoj“, ve kterém naprosto jasně zdůrazňuje důležitost štíhlého vývoje. Lze si položit otázku, proč je tento pilíř, při té vši veškeré pozornosti upnuté na odstranění jakéhokoliv plýtvání, opomíjen. Odpověď na ni vychází z jeho samotné definice. Ve štíhlém vývoji se, na rozdíl od výroby, kde se pracuje na reálném produktu s tokem výrobních informací, pracuje s tokem informací na virtuálním, dosud neuchopitelném, produktu. Tohoto úkolu by se tedy měl chopit zkušený, kvalifikovaný odborník, kterých je nedostatek. Chyby se v tomto případě odstraňují těžko a zdlouhavě [8].

Příklady plýtvání v procesu vývoje [9]:

- Chyby
 - Nesprávné údaje na formulářích
 - Chyby ve výkresech
- Nadvýroba
 - Nadbytečný tisk
 - Vyvíjené, ale nikdy nevyroběné produkty
- Doprava
 - „Přehazování“ informací
 - Pohyb formulářů z jednoho oddělení na druhé
- Čekání
 - Formuláře ve vstupní krabici
 - Zpracování práce na měsíčním principu

- Zásoba
 - Nezpracovaná transakce
 - Nevyužité informace
- Pohyb
 - Nepotřebné analýzy
 - Nadbytečné procesní kroky
- Výroba
 - Schvalování, hlasování
 - Posílání nebo tisknutí nedůležitých souborů

1.5 Štíhlá logistika

Každý podnik, který chce být lepší než konkurence, musí mít bezpodmínečně vyřešenou správnou logistiku napříč celou firmou. Logistika je obecně vnímána jako pohyb materiálu, případně lidí. Štíhlá logistika má za úkol nalézt takové způsoby, které zamezují plýtvání zdrojů v určitém zásobovacím řetězci. Výrobní procesy a jejich znalost je již na velmi dobré úrovni, dochází k jejich normalizaci a dalšímu zlepšování. Naproti tomu logistické procesy jsou stále pozadu, byť se jedná o velmi důležitou činnost nejen z pohledu štíhlosti. Cyklus štíhlé logistiky lze vidět na obr. 1.3.

Oblasti největších logistických plýtvání [10]:

- oblast přepravy, skladování a manipulace – zaměstnává až 25 % pracovníků,
- oblast přepravy, skladování a manipulace – zabírá až 55 % všech ploch,
- oblast přepravy, skladování a manipulace – tvoří až 87 % času, po který je materiál v podniku.



Obr. 1.3: Cyklus štíhlé logistiky [11].

Plýtvání v logistických činnostech [12]:

- zásoby, nadbytečný materiál – dodání již nepotřebného materiálu,
- nadbytečné dokumenty a administrativa – přílišná dokumentace, ruční evidence položek, nadbytečná evidence,
- zbytečná manipulace – nepotřebné přesuny materiálu, přeprava,
- čekání na součástky, na materiál, na informace či dopravní prostředky,
- opravování poruch,
- chyby – chybně naložená zásilka, chystání materiálu, popř. komponentů v nesprávném množství a čase,
- nevyužití přepravních kapacit,
- nevyužití schopností pracovníků.

2 METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY

Štíhlá výroba je jeden ze čtyř základních pilířů, které mají společný cíl – co nejvyšší možnou efektivitu podniku. Cílem samotné štíhlé výroby je potom dlouhodobá stabilizace a produktivita. K jejímu dosažení bylo postupně vyvinuto několik metod, které budou blíže představeny. Jednotlivé metody lze použít současně.

2.1 5S

Metoda 5S je i pro laickou veřejnost známá, neboť je hojně rozšířená. Název pochází, stejně jako jedny z prvních metod štíhlé výroby, tak, jak jsou nám dnes známy, z Japonska. Číslovka pět udává počet činností, na kterých se musí pracovat a písmeno „S“ je počáteční písmeno u všech pěti sloves v japonském jazyce [13].

Základní cíl metody 5S je jasně vidět z obrázku. Je to vytvoření štíhlého pracoviště, které disponuje jen těmi předměty, které jsou zapotřebí k výrobě produktu. Další cíle jsou například [5, 13]:

- rozmístění těchto předmětů,
- stanovení pravidel – co, kde, kdy, kdo,
- čistota daného pracoviště,
- zlepšování pracovního prostředí,
- zvyšování bezpečnosti,
- odstranění forem plýtvání – různé hledání či čekání.

Někdy se k 5S přidává i další krok, z čehož vznikne 6S, nebo dokonce dva kroky, čímž vznikne 7S. Šestý krok se týká bezpečnosti práce, jehož cílem je minimalizace, či úplné odstranění rizika vzniku úrazu. Sedmý krok je snaha o co nejmenší negativní dopad produkce na životní prostředí. Využívá se k tomu například třídění odpadu do umístěných kontejnerů. V praxi je nejčastějším „prohřeškem“ ustupování od úklidu, tedy od kroku č.3 - Seiso. Může se ale také vyskytnout porušení standardů v oblasti prvního kroku Seiri, tj. umístění jednotlivých nástrojů na pracovišti, neboť je například po pracovním rozházení náradí. Pokud je tato metoda správně dodržena a neustále vylepšována, lze předpokládat zvýšení produktivity o 10-15 % [13].

Krok	Japonský jazyk	Český jazyk
1.	Seiri	Separovat, třídit
2.	Seiton	Systematizovat, uspořádat
3.	Seiso	Stále čistit
4.	Seiketsu	Standardizovat
5.	Shitsuke	Sebedisciplinovanost

Obr. 2.1: Slovní vyjádření metody 5S [14].

❖ 1.krok Seiri

Jedná se o vyčlenění takových předmětů, které nemusí být na pracovišti v bezprostřední blízkosti, popř. těch, které mohou být úplně odstraněny. Které předměty to jsou lze vypořádat z jejich frekvence používání. V praxi se používá takové rozmístění, kde nejvíce používané předměty leží co nejbližší místu používání (např. na pracovním stole) a ty, které se používají zřídka, leží dále. Předměty, které nejsou používány vůbec, musí být odstraněny [13].

❖ 2. krok Seiton

Zde se jedná o nalezení vhodného místa pro ty předměty, které byly na pracovišti ponechány po prvním kroku. Pokud jsou již předměty podle frekvence používání rozmístěny, je vhodné použít jak horizontální, tak vertikální vizualizaci.

Při horizontální vizualizaci platí barevné rozlišení pomocí pásek nebo barev:

- bílá – vymezuje hranici pracoviště,
- žlutá – označuje statické objekty, výstupní a vstupní paletu,
- modrá – označení statických míst pro mobilní objekty,
- červená – označení neshodného výrobku.

Vertikální vizualizace je označení všech objektů, které se nachází na pracovišti (náradí, stůl, místo pro náhradní díly). Jedná se o doplnění horizontální vizualizace [13].

❖ 3. krok Seiso

Seiso je v překladu čistit, úkolem tohoto kroku je tedy vyčistit dané pracoviště. Jelikož jsou kladeny vysoké nároky na čistotu prostředí, je třeba tento krok provést důkladně. S čistotou prostředí jde ruku v ruce také spokojenost pracovníků, což je důležité pro správný chod podniku. Je zároveň potřeba, aby se nastavený pořádek udržoval, nejlépe provedením úklidu po konci každé směny, popř. alespoň jednou za týden [13].

❖ 4. krok Seiketsu

Úkolem tohoto kroku je standardizovat celou dosavadní činnost tak, aby se všechny činnosti prováděly pokud možno stejným způsobem, aby trvaly stejně dlouho a měly stejný výstup. Je to prakticky neustálá snaha o zlepšení organizace práce, upravenosti pracoviště a rozmístění nástrojů na něm. Taktéž jde i o celkovou upravenost pracovníků, například vhodným a čistým pracovním oděvem nebo vybaveností vhodnou obuví pro daný typ práce [13].

❖ 5. krok Shitsuke

Shitsuke neboli disciplinovanost je jakýmsi závěrečným členem, který kontroluje, jestli jsou splněny všechny předešlé kroky. Postupem času se totiž, někdy i z lenivosti pracovníků, začíná upouštět od zavedených standardů. Je to jednoduše snaha o to, aby se již vylepšený stav pracoviště nevrátil do původního stavu [13].

2.2 Jidoka

Jak už název napovídá, jméno této metody pochází opět z Japonska. Je to metoda, kde se využívá tzv. autonomnosti pracoviště. Vychází z přesvědčení, že pouhé monitorování chodu stroje pracovníkem nijak nezvyšuje hodnotu výrobku, ale naopak zvyšuje náklady a snižuje produktivitu. Proto je zde cílem převedení této kontrolní činnosti z člověka na stroj. Snahou je rozpoznání abnormalit a jejich následná eliminace. Okamžité řešení těchto chyb je nadřazeno celé výrobě, při jejich nalezení je nutná okamžitá oprava i za nutnou daň v podobě přechodného zastavení celé výroby [15].

Postup zvyšování autonomnosti pracovišť [15]:

- sestavení pracovního týmu,
- analýza pracoviště – abnormality, průběh procesu, zásahy obsluhy,
- dokumentace pracoviště – zakreslení, fotografie, video,
- odměření času práce – práce stroje, člověka, složky procesního času,
- popsání výskytu abnormalit, jejich příčiny a úlohy člověka při jejich odstraňování,
- hledání řešení, jak identifikovat abnormalitu v místě jejího výskytu,
- hledání způsobu signalizace abnormality,
- katalog opatření pro zvýšení autonomnosti pracoviště,
- zavedení navržených opatření pro zvýšení autonomnosti pracoviště,
- standardizace nové pracovní metody.

2.3 Just - in - time

Metoda, která v překladu znamená „právě v čas“, zažila svůj největší rozmach v 80. letech v Japonsku a USA a je dodnes hojně využívána. Je založena na principu dodávání produktů, dílů nebo materiálu právě v ten okamžik, kdy bude využit. Tím pádem nevznikne nadbytek, který by zabíral skladové prostory. Podnik si ponechává pouze vlastní materiál, který bude v případě potřeby využit.

Jak je z principu patrné, nevýhoda této metody je nutnost výborného sladění výroby a logistiky. K tomu je potřeba úzká spolupráce s dodavatelskou firmou a dopravci, což s sebou vždy nese jistou dávku potenciálního rizika a také zvýšení ceny za dopravu, neboť vyžaduje dodávky obvykle vícekrát po menším množství. K plnému využití JIT je taktéž potřeba jednotné spolupráce všech lidských článků ve výrobním řetězci. Často je totiž problémem zažitý konzervatismus a strach z přechodu na tento systém.

Výhody metody Just - in - time [16]:

- odstranění přílišného hromadění meziproduktů,
- uvolnění značné skladové plochy,
- zvýšení produktivity v důsledku provádění jen těch činností, které zvyšují hodnotu produktu,
- zkrácení manipulačních a přepravních časů,
- zkrácení doby výroby.

2.4 Kanban

Kanban, což japonsky znamená karta, popř. cedule, je metoda, která se snaží zajistit samořízený systém výroby podle principu tahu. To znamená, že se daný produkt vyrábí bez zbytečných průtahů v podobě skladování. Oproti tomu princip tlaku je typický u plánovaného hospodářství, kdy podnik vyrábí dle předem stanoveného plánu a odbyt je přitom zajištěn díky nedostatku zboží. Je k tomu ale potřeba tržní hospodářství, kdy na trhu není vysoký převis nabídky a výrobce má zároveň velkou prestiž [17].

Hlavní smysl je podobný jako u metody JIT, vyrábět pouze tehdy, když se od zákazníka objeví příslušný požadavek. Kanbanu se někdy také říká „kartičková metoda“. Jeho podstata vychází z předpokladu rozdělení pracoviště na pracoviště a zákazníky. Dále je definován přesný seznam pracovišť, které mezi sebou vzájemně spolupracují a předávají si mezi sebou materiál. Využívají se k tomu kartičky, které informují o těchto krocích. Příklad kartičky je uveden na obr. 2.2. [5, 18].

Název položky: VRETENO AGP 180-3	Karta - č.: 0004	00005915
Pol. č.: 775649	Termín zpracování: 15 dní	
Paleta (obal): 116 570x180x75	Dodavatel (Středisko): 3001 OBROBNA 2540	
Paletová jednotka: 50	Příjemce (Středisko): 3004 MONTÁŽ LINKA 9	
narex	 <small>000775649000000503004000059150</small>	

Obr. 2.2: Příklad Kanban karty ve společnosti Narex [19].

Přínosy a cíle metody Kanban [5, 18]:

- nižší a vyrovnaný stav zásob,
- flexibilita reakcí na aktuální situaci poptávek,
- uvolnění skladové plochy,
- krátká doba výroby,
- vyšší schopnost vyhovět všem požadavkům,
- snížení plýtvání nadprodukcí.

Pro zavedení této metody je nutné splnit důležitý předpoklad. V této metodě se převádí velká část zodpovědnosti celé výroby na pracovníky výrobní sekce, kteří sami určují, jaká bude výrobní kvantita. Je tedy zapotřebí mít na těchto místech zkušené pracovníky, kteří to jsou schopni s jistotou určit. Úlohou sekce managementu je kontrola držení plánů a řízení logistiky, tolik potřebnou pro tento systém [5].

2.5 TPM

TPM je zkratka pro Total Productive Maintenance, do češtiny přeloženo jako totálně produktivní údržba. Je chápána jako soubor činností, které vedou k provozování strojového parku v optimálních podmínkách a zároveň dlouhodobé udržování těchto vhodných podmínek [5].

Tato metoda je založena na třech principech [20]:

- operátoři mají hlavní slovo při údržbě strojů,
- údržbáři se zabývají takovými činnostmi, kde je jejich kvalifikace nejlépe využita,
- sestavené pracovní týmy se věnují co nejefektivnějším zlepšením stavu strojů.

Zavést TPM je vhodné do podniku, kde je přítomen vysoký počet ztrát a tam, kde je potřeba zvýšit účinnost údržby.

Cíle a přínosy zavedení [20]:

- snížení nákladů na údržbu,
- zvýšení efektivnosti zařízení,
- zvýšení kvality,
- zvýšení bezpečnosti,
- zvýšení dostupnosti a pohotovosti zařízení.

2.6 SMED

V angličtině Single Minute Exchange of Die (SMED), do češtiny přeloženo minutová výměna zápusťky. Je to provedení rychlé změny v řádech několika minut, jejím hlavním cílem je minimalizace jakýchkoliv čekání a prostojů mezi výrobou dvou různých výrobků na stejném stroji. Občas je označována jako metoda změn.

Dnešním trendem je výroba menších dávek výrobků, z důvodu neustále se měnících požadavků na výrobky. Proto je dobré, aby vedení podniku uvažovalo o zavedení této metody. Lze očekávat zlevnění výroby, zvýšení flexibility dané výrobní linky, stroje či zařízení. Další velké plus je snížení potřeby dalších výrobních zařízení a z toho plynoucí snížení mzdových nákladů. Uvádí se, že je možné díky této metodě uspořit až 94 % času přetypování. Kupříkladu zakladatel této metody, Shigeo Shingo z Japonska, dokázal zkrátit přetypování z 90ti minut na 5 minut [21].

2.7 Poka – Yoke

Japonským výrazem Poka – Yoke, který lze do češtiny přeložit jako „chybu – vzdorný“, se označuje metoda, která je hojně využívána například v automobilovém průmyslu.

Je to technika, která je schopna řešit chyby pracovníka při práci. Jinými slovy, umožňuje detekci chyb a následně jejich okamžitou nápravu. Lidské chyby na pracovišti jsou vždy nechtěnou součástí procesu, nicméně podniky se je snaží minimalizovat použitím právě této metody. Systémy Poka – Yoka jsou tvořeny jednoduchým ale zároveň robustním nástrojem, který má 100% kontrolu parametrů komponentů, které vstupují

do výrobního procesu. Znemožňuje provedení procesu, pokud nejsou splněny předem stanovené podmínky. Je tedy schopen detekovat komponenty, které jsou neshodné nebo vadné a poté vytvoří rychlou zpětnou vazbu. Implementováním této metody do výroby je dosažena minimalizace zmetkovitosti [5].

Charakteristika zařízení pro tuto metodu [22]:

- jsou jednoduché a levné,
- jsou nedílnou součástí procesu a představují plnou kontrolu u zdroje,
- umístěna jsou co nejbližší místa vzniku chyby, kvůli rychlé nápravě.

2.8 VSM

Zkratka VSM znamená tři slova v angličtině - Value stream mapping, ve volném překladu mapování hodnot toku. Tok materiálu je chápán jako komplexní soubor informací, který obsahuje pochody daného výrobku. Jsou to všechny činnosti, které jakýmkoliv způsobem ovlivňují jeho hodnotu. Mohou ji jak zvyšovat potřebnými obráběcími, tvářecími či svařovacími operacemi, tak snižovat. Zpravidla se jedná o různé zdržení nebo převozy, které snižují časovou trvanlivost výrobku. Všechny činnosti je ale nutné platit, bez ohledu na to, jestli výrobku hodnotu přidávají, anebo ji naopak snižují.

Je to jedna z metod štíhlé výroby, která pracuje hlavně ve smyslu analyzování celého procesu výroby produktu. Potřebné informace o chodu materiálového toku se získávají přímo ve výrobě a jsou zakresleny přehledně do grafického výstupu. Určitou výhodou tohoto zakreslení je, že řeší chod toku komplexně, nikoliv pouze jeho jednotlivé části, což lze přehledně vyčíst z tzv. VSM map. Pro správné zakreslení materiálového toku je nutné se držet technologického postupu pro daný výrobek. S jeho využitím se stanoví i časová náročnost výroby. Časový výstup může být doplněn grafickým znázorněním jednotlivých procesů pomocí grafů [5, 23].

Tato metoda se v praxi nejčastěji využívá [5, 23]:

- u takových výrobků, u kterých se plánují změny,
- u důležitých výrobků firmy,
- u výroby s dostatečnou opakovatelností a zároveň rovnoměrností výroby,
- u nově zaváděných výrobků,
- při analýze nevýrobních procesů.

2.9 Heijunka

Heijunka, v angličtině známá pod pojmy Production leveling nebo Production smoothing. Do češtiny se překládá jako vyrovnávání, či balancování výroby. Vychází ze třech pilířů, tak jak je znázorněno na obr. 2.3. Je to metoda, která byla poprvé použita ve společnosti Toyota. Jejím smyslem je rozvržení správného výrobního množství v určitém časovém úseku výroby. Nejdůležitějším krokem je stanovení správného časového rozestupu mezi termíny, které jsou určeny pro expedici směrem k zákazníkovi. V jednotlivých intervalech se potom firma snaží nadefinovat mix výrobků, který odpovídá

požadavkům zákazníka. Používají se také tzv. Kanban karty, které slouží pro přenos informací mezi jednotlivými směny [24].

Postup při zavedení metody [24]:

- definování výrobního mixu na daných procesech (dle množství objednávek ze strany zákazníka)
 - Určení množství sortimentu a časů
 - Naplánování způsobu řízení výroby,
- definování matice výrobního mixu na dané množství – např. 1 dávka = 1 Kanban karta na tabuli,
- definování algoritmu rozvrhu výroby,
- návrh způsobu řízení výroby na určitých procesech pomocí Kanban karet,
- pilotní spuštění řízení výroby prostřednictvím vytěžovací tabule, která plní roli skutečného obrazu o výrobě,
- řízení výroby přímo na dílně.



Obr. 2.3: Tři pilíře Heijunky [25].

3 ALBA – METAL S.R.O.

Firma, která působí v oblasti kovovýroby, figuruje na trhu již 20 let. Svoje sídlo má v obci Ladná, ležící nedaleko Břeclavi, z čehož plyne výhoda blízkosti státní hranice se Slovenskem a Rakouskem. Jedná se o menší podnik, rozkládající se na území o rozloze 70 000 m² a zaměstnávající v současné době zhruba 160 zaměstnanců. V roce 2011 se rozhodla založit svou výrobní pobočku ALBAformInc v USA, která je orientována stejným průmyslovým směrem jako její mateřská firma a je zaměstnavatelem pro zhruba 60 zaměstnanců. Mezi ně patří také pracovníci z ladenského podniku, kteří jsou pravidelně vysíláni do této pobočky na pracovní stáž [26].

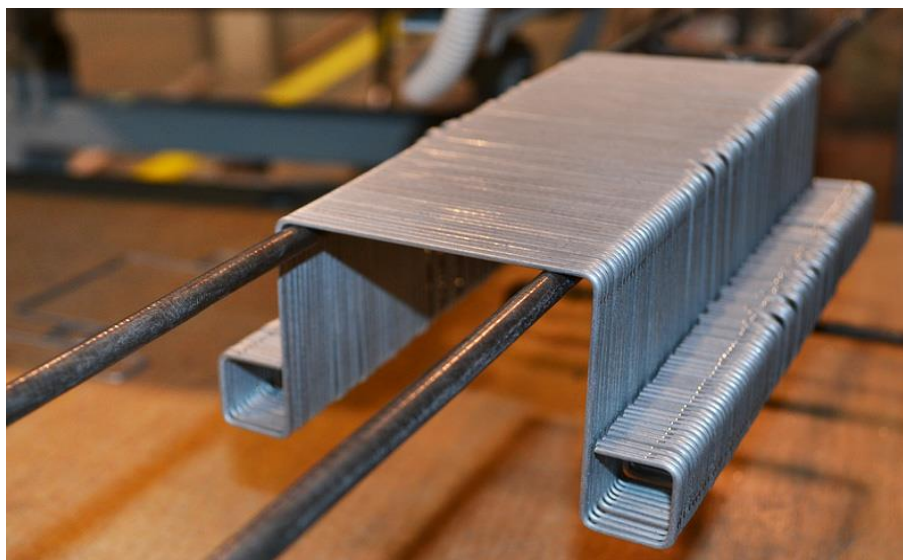
Svou výrobu zaměřuje na zpracování tvarovaného drátu pro automobilový průmysl. Hlavní doménou je jeho ohýbání mnoha způsoby. Produkty je možné nalézt hlavně v autosedačkách, ale také v ostatních částech vozu v osobní, autobusové či nákladní dopravě [26].

Firma se snaží vycházet zákazníkům vstříc, například tím, že realizuje vývojovou a sériovou výrobu. Je flexibilní, sleduje současné trendy v automobilovém průmyslu, navrhuje své vlastní nástrojové části CNC ohýbacích strojů a robotických svařovacích přípravků [26].

3.1 Produkty

Firma se zaměřuje na výrobu čtyř produktů, z nichž dva tvoří většinou část její objemové produkce.

Prvním z nich jsou drátěné inserty (obr. 3.1), které se používají převážně do autosedaček. Slouží jako výztuž autosedačky, popřípadě jako prvek pro uchycení textilního potahu. Vyrábí se nejčastěji z vysokouhlíkového pružinového drátu o průměru 1–3 mm. Povrch insertu může být pozinkovaný nebo fosfátovaný. Při tvarování drátu se využívá moderních CNC strojů [27].



Obr. 3.1: Drátěné inserty [28].

Druhým hlavním produktem jsou drátěné rámy (obr. 3.2.). Jejich použití lze opět hledat hlavně v autosedačkách, kde po zapnění do polyuretanové pěny slouží jako výstuž. Dále mohou být také využity jako prvek pro uchycení textilního či také koženého potahu. K jejich tvarování je opět využito CNC strojů. Ohýbané polotovary jsou svařeny svařovacími roboty ABB a Panasonic pomocí klasických způsobů svařovacích metod jako je např. metoda MIG/MAG s využití směsi CO₂. Rámy jsou nejčastěji v podobě drátu z nízkouhlíkových materiálů o průměru 4–8 mm. Povrch je buď černý nebo poměděný [29].



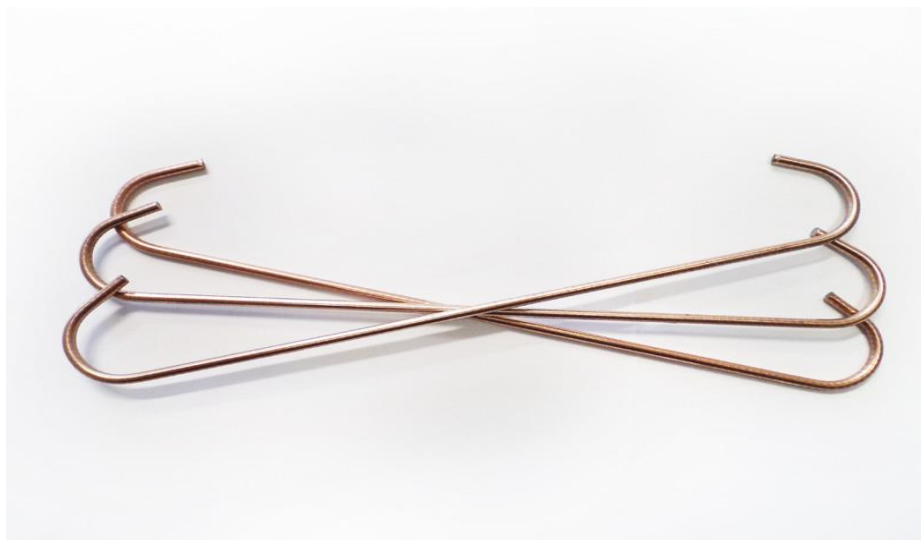
Obr. 3.2: Drátěné rámy [30].

Třetím produktem, zastoupeným v již menší míře jsou pedály a táhla (obr. 3.3). Jak je již patrné z názvu součásti, používají se hlavně jako pedály, nicméně lze je nalézt také ve dveřních systémech, v motoru či pohybových dílech. Používají se hlavně silnější průměry materiálu od 6–10 mm. Typů materiálu se používá velké množství a podle způsobu využití se materiál rovná, tvaruje či svařuje. Jako povrchová úprava se používá práškové lakování, materiál lze také pozinkovat [31].



Obr. 3.3: Pedály a táhla [32].

Posledním produktem firmy jsou drátěné háčky pro lakovny (obr. 3.4). Je to její jediný produkt, který nejde do automobilového průmyslu přímo, jelikož je prodáván nejčastěji lakovnám a firmám, které se zabývají povrchovou úpravou. Háčky jsou zde hojně využívány jako závěsný systém pro lakované díly. Jejich výrobní průměr se pohybuje v rozmezí 1–6 mm a je možné je různě tvarovat. Nejčastější povrchovou úpravou je pomědění [33].



Obr. 3.4: Drátěné háčky pro lakovny [34].

3.2 Štíhlá výroba v ALBA – METAL s.r.o.

Dnes je již drtivá většina firem z automobilového průmyslu s myšlenkami štíhlé výroby dobře obeznámena, neboť si uvědomuje její důležitost. Snaha o co největší konkurenceschopnost nutí jakoukoliv společnost se zabírat každým opakujícím se zdržením či plýtváním. Firma ALBA – METAL s.r.o. není výjimkou a má zavedeny hned dvě metody štíhlé výroby. Již dříve se rozhodla zavést ve své výrobní části jednu z nejčastěji využívaných metod - metodu 5S. Ve skladovacích prostorech zase pracuje s metodou Just - in-time.

Metodu 5S je již ze své podstaty relativně snadné zavést, nicméně v praxi je těžké ji z dlouhodobého hlediska udržet. Proto se firma rozhodla své zaměstnance zaškolit a představit jim výhody jejího dodržování. Pracovníci mají u svých pracovišť k dispozici list, do kterého směřují, podle aktuální potřeby, vepsat svůj vlastní návrh řešení. Plynou z toho hned dvě výhody. První je, v případě přínosu, zlepšení dané situace a druhou je motivování zaměstnanců k podílení se na přímém růstu firmy svými nápady. Firma tuto zpětnou vazbu velmi oceňuje, neboť zpravidla zkušenější pracovníci, kteří se s danou problematikou denně setkávají, jsou schopni svými poznatky navrhnout nejlepší možné řešení. Dále se zde jednou týdně bodově zpracuje dodržování této metody. Získané body se zapisují a na konci každého měsíce se zhodnotí úspěšnost každého týdne. Tento postup se poté aplikuje i na úspěšnost každého měsíce.

4 ZAVEDENÍ VSM DO SPOLEČNOSTI ALBA – METAL S.R.O.

Pro metodu VSM je typické podrobné sepsání komplexního pohledu na přemísťování materiálu, od nákupu polotovaru až po expedici směrem k zákazníkovi. Často je také doplněna grafickým výstupem, ve které je zobrazen materiálový tok produktu, viz. příloha. Ke zhodnocení a porovnání byly firmou vybrány tři produkty, které by se daly označit jako jedny z nosných výrobků. Jsou to produkty s označením BMW 35A, Audi Q3 P53 a Porsche Macan P57. Ve všech třech případech se jedná o drátěné výztuže do autosedaček, které se ve firmě podle technologického postupu přemění z holého drátu na svitku či cívce do finální podoby, kterou požaduje zákazník. Zároveň patří do skupiny výrobků firmy, které se od ostatních odlišují tím, že se v určitém kroku výroby svařují.

4.1 Materiálový tok

Materiálový tok je ve svém obecném smyslu považován za část logistického řetězce, která souhrnně mapuje jednotlivé kroky nutné pro výrobu produktu.

4.1.1 Nákup polotovaru

První krok celého procesu má na starosti logistické oddělení, které je odpovědné za nákup materiálu, neboť firma není svou velikostí ani rozpočtem uzpůsobená k vyrábění svého vlastního polotovaru. Dle údajů ze závodního systému plánuje jeho nákup obvykle dva měsíce dopředu, z důvodu zavedené metody Just - in - time ve skladních prostorech. Jelikož se ceny od dodavatelů neustále vyvíjí, nechává si firma nejprve posílat tzv. Initial samples, neboli počáteční vzorky. Podle těch se, s přihlédnutím na cenu, rozhodne, zda od dodavatele daný polotovar zakoupí.

V případě produktu BMW 35A se nakupuje nízkouhlíkový materiál bez povrchových úprav. Dráty jsou nakoupeny o průměru 4 mm a také o průměru 4,5 mm. Váha jednotlivých svitků se v praxi drobně liší, nicméně standardně je uváděno 999 kg. Dále je zakupován jako komponent i plech s pružinou, který obsahuje pouze tento výrobek. Nákup materiálu na výrobu Audi Q3 P53 a Porsche Macan P57 se od sebe nijak neliší. Oba dva materiály ve formě drátu jsou na povrchu poměděné, což s sebou přináší jisté komplikace. Poměděný drát má sklony k černání a ke korozi, způsobené například vlhkem, či potem z lidských rukou. Firma se snaží toto negativum co nejvíce eliminovat, aby předešla případným reklamacím ze strany zákazníka. V minulosti tedy přistoupila k opatřením, které zakazovali manipulaci s tímto materiálem bez ochranných rukavic a také přistoupila ke kvalitnímu systému klimatizace v prostorách výrobních hal. Oba materiály mají průměr 5 mm a váha jednoho svitku se pohybuje kolem 980 kg.

Podle aktuálních potřeb zákazníků firmy a potažmo potřeb výroby, je nakoupen různý objem tohoto materiálu. Obvyklá velikost dodávky se rovná 24 svitkům, což je jeden plný kamion. Z ekonomického hlediska je samozřejmě pro firmu nejvýhodnější nakoupit maximum možných svitků na jednu cestu, nicméně snaží se vycházet zákazníkům vstříc. Pokud zákazník požaduje rychlou, nepříliš objemnou výrobu, je firma ochotna zakoupit i méně polotovaru, obvykle však nejméně 8 svitků. Takových případů je ovšem málo.

4.1.2 Vstupní kontrola a vstupní sklad

Po fyzickém dodání materiálu se vždy provede vstupní kontrola. Kontrolor má za úkol zjistit, zda odpovídá množství a typ objednaného materiálu s údaji v dodacím listu. Zjistí, zda odpovídá požadovaný průměr u 10 % svitků z celkového množství svitků. Dále kontroluje jeho celkovou kvalitu a neporušenost, může se totiž stát, že materiál během cesty zkoroduje, či se začne odlupovat poměď na povrchu drátu. Zjistí-li kontrolor některou z těchto skutečností, označí tuto dodávku visačkou „Neshodný vstupní materiál“, čímž se zabrání nežádoucímu použití a zahájí se reklamační řízení.

V případě, že shledá správnost dodávky za úplnou, jsou cívky převezeny vysokozdvíhacím vozíkem do skladu a zaevidovány do firemního systému prostřednictvím elektronické čtečky. Zde je materiál uložen (obr. 4.1) a připraven k převzetí do výroby. Výstup materiálu ze skladu je regulován dle pravidel FIFO (First in, first out), vyskladňování má tedy svoje pořadí ve smyslu od časově nejdéle uskladněného materiálu po materiál, který je uložen teprve krátce. To má své opodstatnění nejen z hlediska štíhlé výroby, neboť při nedodržení tohoto pravidla by hrozilo přebytné zaskladnění a s tím spojené riziko zmenšení úložné plochy. Problémem by mohla být také omezená garantovaná životnost a kvalita materiálu.



Obr. 4.1: Uložení polotovaru ve skladu.

4.1.3 Výroba

Po převezení ze skladu do výrobní haly začíná ta část materiálového toku, která v komplexním pohledu na celý proces obsahuje činnosti, které přidávají výrobku hodnotu. Výroba je tedy svým způsobem nejdůležitější část, a tak je potřeba k ní také přistupovat, nejen z hlediska štíhlé výroby. Je důležité, aby celý proces proběhl maximálně efektivně, bez zbytečných prostojů a plýtvání. Jelikož jsou jednotlivé výrobky od sebe odlišné jak svým tvarem, tak způsobem výroby, nastává zde rozdělení jejich, dosud společné, cesty

podnikem. Každý materiál je již zpracován nezávisle na ostatních. Je tedy logické, že každý výrobek má svůj vlastní tok výrobní halou. Drtivá většina výrobků firmy je nejprve z cívky dělena na jednotlivé kusy na strojích CNC C. Dále je už potřeba řídit se technologickým postupem, který je pro každý typ výrobku jedinečný. Každý výrobek má také rozdílný počet opracovávaných pozic, proto se také liší celkový čas, který daný typ ve výrobní hale stráví. Jsou zde využity tři typy svařování – na výrobek BMW 35A je použito svařování metodou MIG/MAG, výrobek Audi Q3 P53 je svařen bodovým svařováním a výrobek Porsche Macan P57 je svařen odporově.

4.1.4 Výstupní kontrola a výstupní sklad

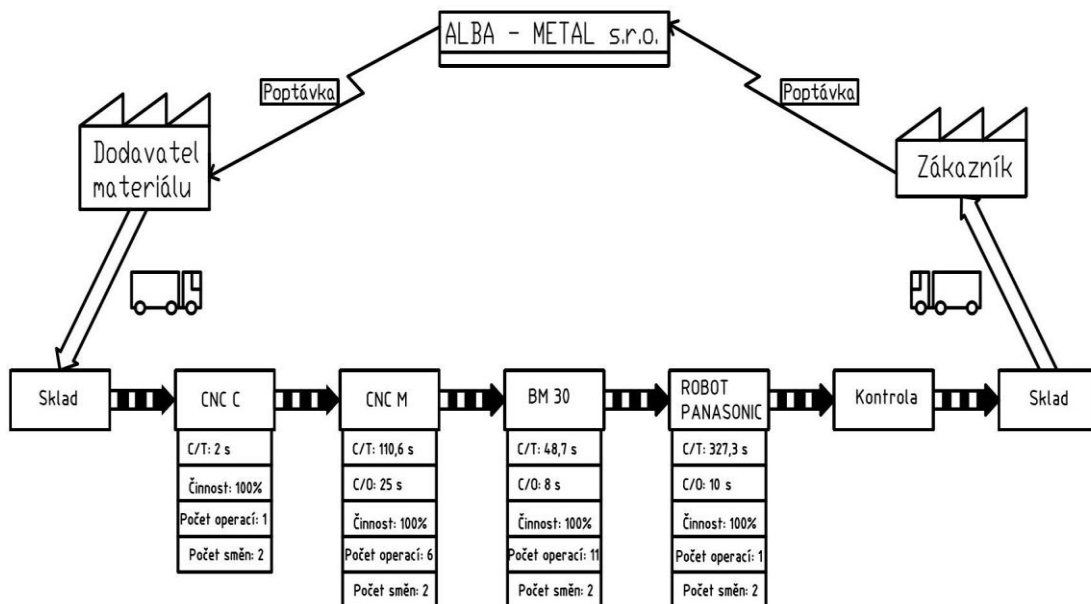
Výstupní kontrola této skupiny výrobků, svařovaných dílů, se liší od ostatních výrobků tím, že se vždy vyzkouší alespoň 5 kusů z každé obalové jednotky. U ostatních výrobků je toto číslo zpravidla menší, což se dá vysvětlit určitým rizikem případných chyb, které s sebou svařování přináší. Na místě určeném pro tento účel pracovníci kontrolního oddělení posuzují, zda je výrobek vyhovující. Kontroluje se prakticky vše, co může jakýmkoliv způsobem ohrozit úplnost dodávky. Především je to kvalita povrchu, který nesmí být znečištěný, odřený, mastný či jinak znečištěný, kontrola tvaru (dle šablony), či kontrola kompletnosti celého balení. Pokud jsou výrobky v pořádku, označí se tzv. OK štítkem. Pokud mají nějakou abnormalitu, například nežádoucí tvar či kvalitu svaru, označí se jako tzv. NOK díly (neshodné výrobky) a zařadí se do bedny k tomu určené. Zde se později jednotlivé kusy znovu kontrolují a určí se, zda se jedná o opravitelnou, či neopravitelnou chybu. V rámci minimalizace plýtvání se celá výrobní sekce snaží o co nejmenší počet zmetků, a tak je i zde nutnost usilování o napravení případné drobné chyby. Na druhou stranu, požadovaná kvalita je vzhledem k respektu k zákazníkovi prvořadá, čehož jsou si pracovníci vědomi a dokáží určit, zda má určitá náprava cenu. Po posouzení výstupní kontrolou se výrobky převezou do skladu, kde jsou uskladněny až do chvíle své expedice. Pokud firma posílá některé ze svých výrobků do své dceřiné pobočky, sídlící v USA, vybaví se bedny navíc i oduhličovacími sáčky, které minimalizují riziko koroze, které je při letecké dopravě velké vlivem vysokých nadmořských výšek.



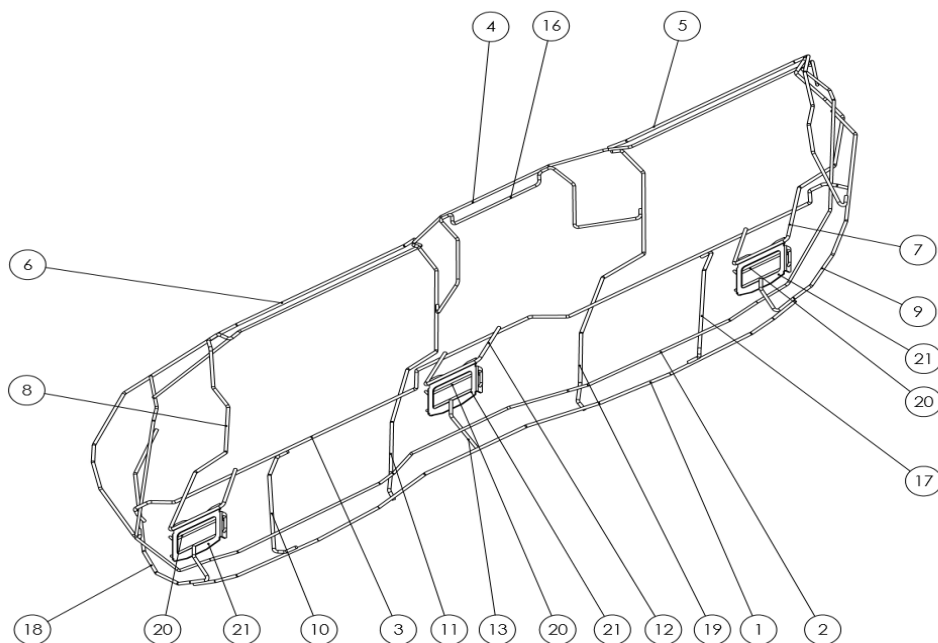
Obr. 4.2: Stojan s hotovými výrobky.

4.2 BMW 35A

Na obrázku 4.3 je uvedena mapa VSM, na obrázku 4.4 je pohled z výkresu výrobku. V tabulce 4.4 jsou uvedeny konkrétní výrobní informace pro tento výrobek.



Obr. 4.3: Mapa VSM pro výrobek BMW 35A.



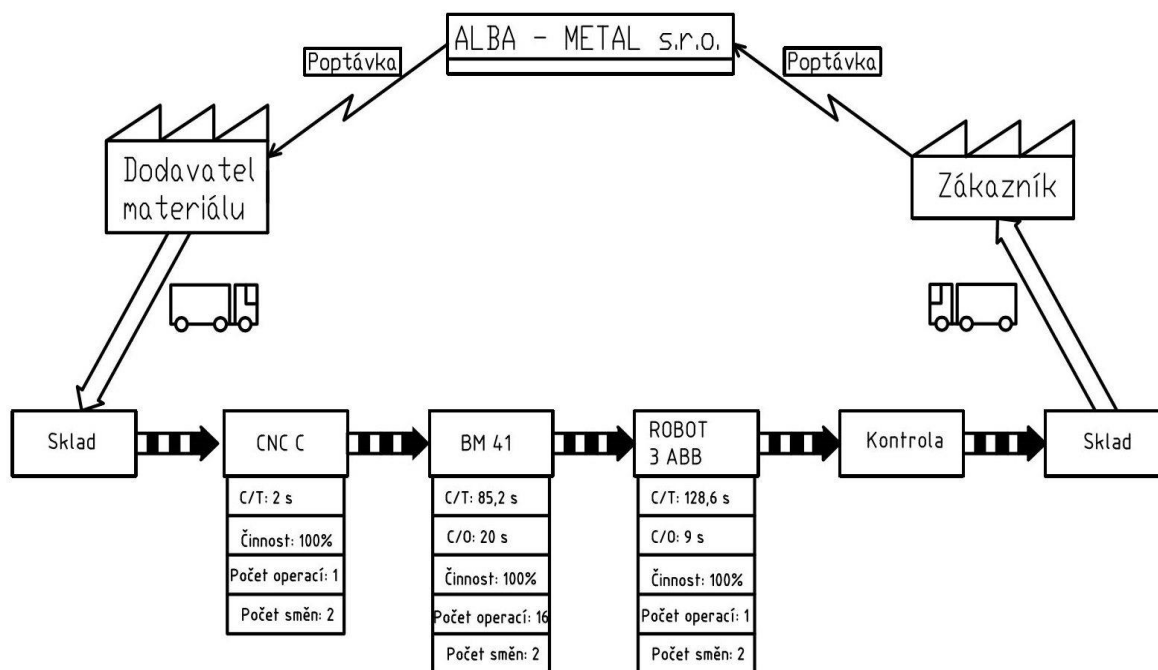
Obr. 4.4: Souhrnný pohled z výkresu výrobku BMW 35A [35].

Tab. 4.1: Souhrnná tabulka výroby výrobku BMW 35A [36].

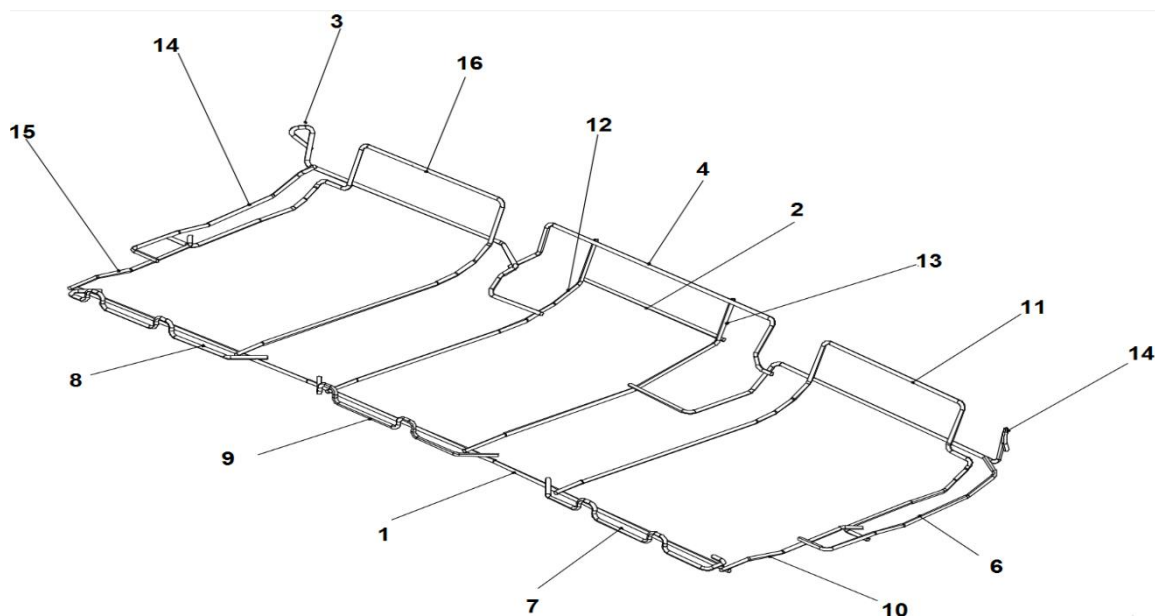
Polotovar			
Materiál	ČSN EN ISO 16120-2		
Průměr drátu	4 mm & 4,5 mm		
Komponent	Plech s pružinou		
Váha cívky	999 kg		
Výroba			
Umístění	Stroj	Operace	Čas na opracování jednoho kusu [s]
Pozice 1	CNC M	Ohýbání	17,1
Pozice 2	CNC M	Ohýbání	35,0
Pozice 3	CNC M	Ohýbání	17,1
Pozice 4	CNC M	Ohýbání	15,0
Pozice 5	CNC M	Ohýbání	13,8
Pozice 6	CNC M	Ohýbání	12,5
-		Převoz	Průměrný čas: 18,0
Pozice 7	BM 30	Ohýbání	7,3
Pozice 8	BM 30	Ohýbání	7,7
Pozice 9	BM 30	Ohýbání	3,4
Pozice 10	BM 30	Ohýbání	2,4
Pozice 11	BM 30	Ohýbání	4,6
Pozice 12	BM 30	Ohýbání	1,4
Pozice 13	BM 30	Ohýbání	0,9
Pozice 16	BM 30	Ohýbání	10,3
Pozice 17	BM 30	Ohýbání	2,6
Pozice 18	BM 30	Ohýbání	3,4
Pozice 19	BM 30	Ohýbání	4,6
-	-	Převoz	Průměrný čas: 25,0
Uzlové body	ROBOT PANASONIC	Svařování	327,3
Celkem			529,5

4.3 Audi Q3 P53

Na obrázku 4.5 je uvedena mapa VSM, na obrázku 4.6 je pohled z výkresu výrobku. V tabulce 4.2 jsou uvedeny konkrétní výrobní informace pro tento výrobek.



Obr. 4.5: Mapa VSM pro výrobek Audi Q3 P53.



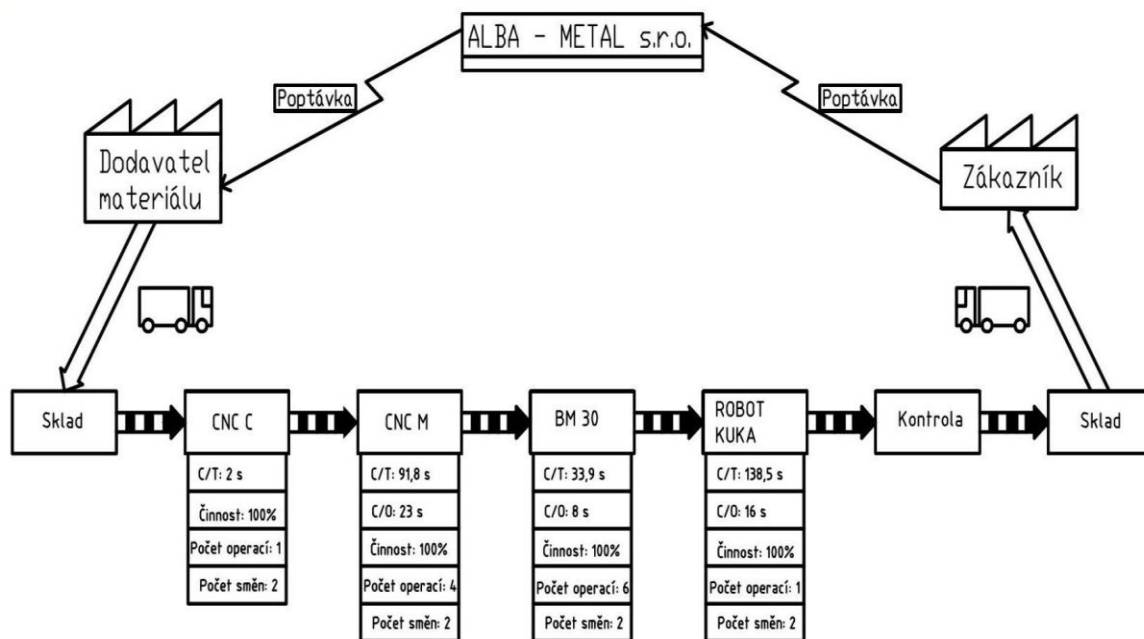
Obr. 4.6: Výkres výrobku Audi Q3 P53 [37].

Tab. 4.2: Souhrnná tabulka výroby výrobku Audi Q3 P53 [38].

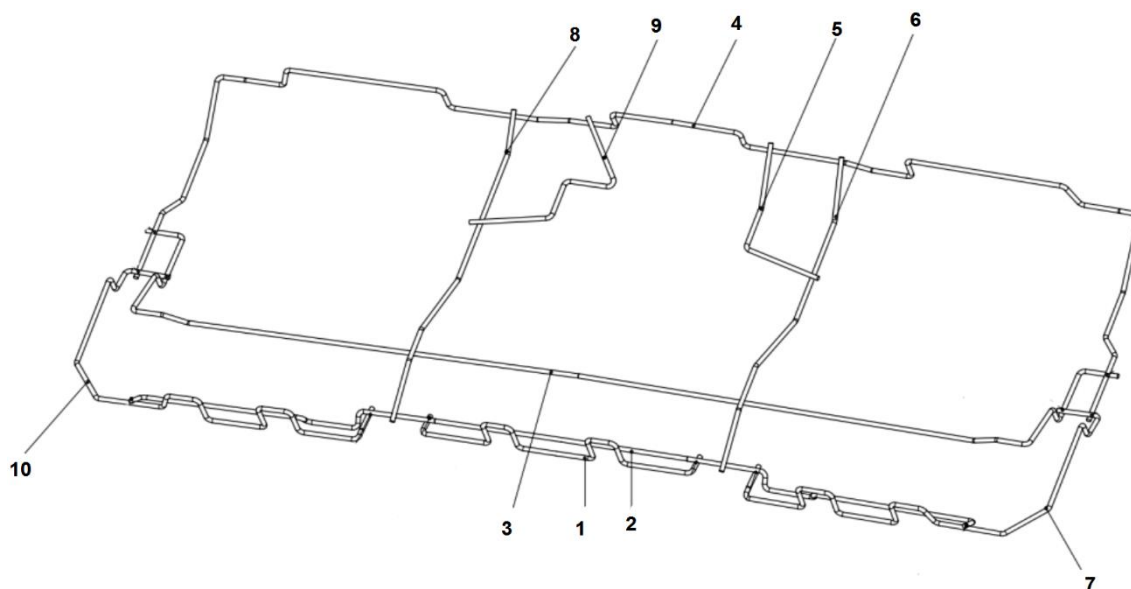
Polotovar			
Materiál	ČSN EN ISO 16120-2		
Průměr drátu	5 mm		
Povrchová úprava	Poměření		
Váha cívky	980 kg		
Výroba			
Umístění	Stroj	Operace	Čas na opracování jednoho kusu [s]
Pozice 1	BM 41	Ohýbání	3,3
Pozice 2	BM 41	Ohýbání	0,6
Pozice 3	BM 41	Ohýbání	8,1
Pozice 4	BM 41	Ohýbání	7,5
Pozice 5	BM 41	Ohýbání	5,6
Pozice 6	BM 41	Ohýbání	3,5
Pozice 7	BM 41	Ohýbání	7,8
Pozice 8	BM 41	Ohýbání	7,2
Pozice 9	BM 41	Ohýbání	6,3
Pozice 10	BM 41	Ohýbání	2,3
Pozice 11	BM 41	Ohýbání	10,9
Pozice 12	BM 41	Ohýbání	2,8
Pozice 13	BM 41	Ohýbání	2,2
Pozice 14	BM 41	Ohýbání	3,5
Pozice 15	BM 41	Ohýbání	2,6
Pozice 16	BM 41	Ohýbání	10,9
-	-	Převoz	Průměrný čas: 30,0
Uzlové body	ROBOT 3 ABB	Svařování	128,6
Celkem			243,8

4.4 Porsche Macan P57

Na obrázku 4.7 je uvedena mapa VSM, na obrázku 4.8 je pohled z výkresu výrobku. V tabulce 4.3 jsou uvedeny konkrétní výrobní informace pro tento výrobek.



Obr. 4.7: Mapa VSM pro výrobek Porsche Macan P57.



Obr. 4.8: Výkres výrobku Porsche Macan P57 [39].

Tab. 4.3: Souhrnná tabulka výroby výrobku Porsche Macan P57 [40].

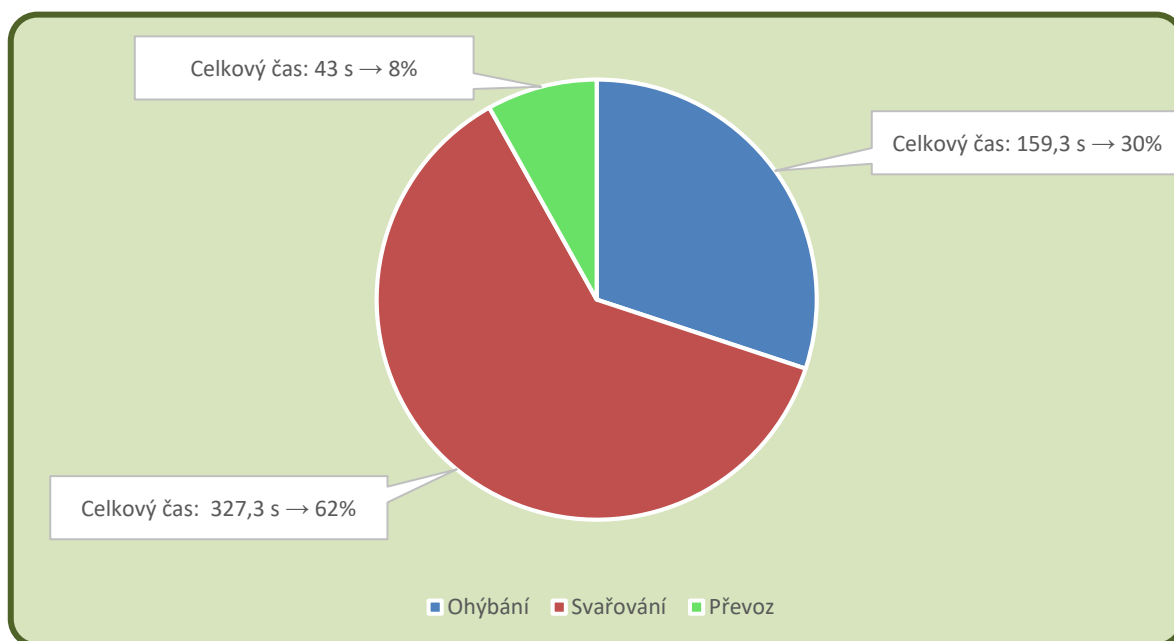
Polotovar			
Materiál	ČSN EN ISO 16120-2		
Průměr drátu	5 mm		
Povrchová úprava	Poměření		
Váha cívky	980 kg		
Umístění	Stroj	Operace	Čas na opracování jednoho kusu [s]
Pozice 1	CNC M	Ohýbání	8,4
Pozice 2	CNC M	Ohýbání	20,0
Pozice 3	CNC M	Ohýbání	20,6
Pozice 4	CNC M	Ohýbání	42,9
-	-	Převoz	Průměrný čas: 17,0
Pozice 5	BM 30	Ohýbání	1,7
Pozice 6	BM 30	Ohýbání	2,4
Pozice 7	BM 30	Ohýbání	12,6
Pozice 8	BM 30	Ohýbání	2,4
Pozice 9	BM 30	Ohýbání	2,2
Pozice 10	BM 30	Ohýbání	12,6
-	-	Převoz	Průměrný čas: 40,0
Uzlové body	ROBOT KUKA	Svařování	138,5
Celkem			321,1

4.5 Souhrn výrobní části

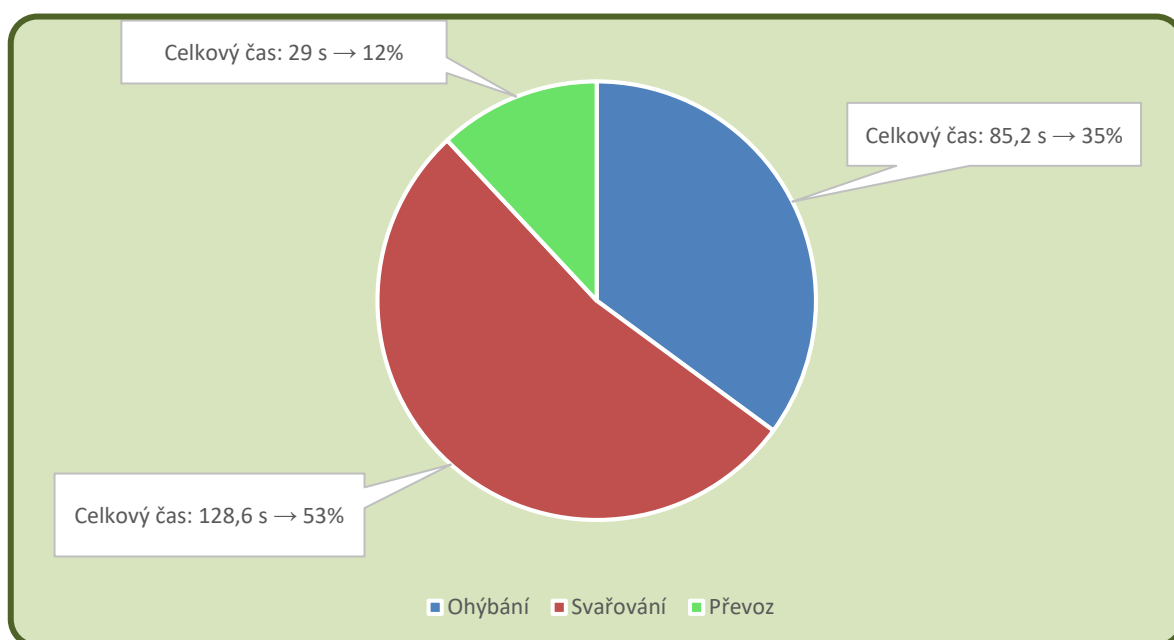
V tabulce 4.4 jsou uvedeny výrobní informace všech tří výrobků. Na obrázcích 4.9 - 4.11 jsou vykresleny grafy zobrazující časovou náročnost jednotlivých činností.

Tab. 4.4: Výrobní tabulka všech výrobků.

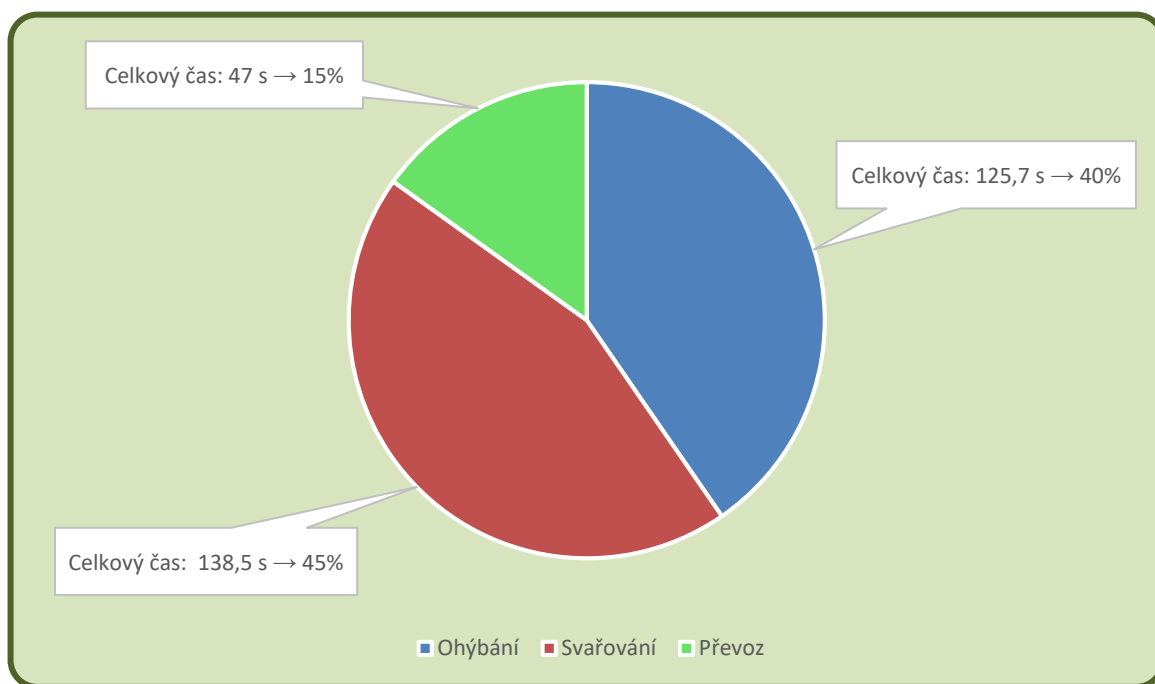
Informace \ Výrobek	BMW 35A	Audi Q3 P53	Porsche Macan P57
Použité stroje	CNC M, BM 30, ROBOT PANASONIC	BM 41, ROBOT 3 ABB	CNC M, BM 30, ROBOT KUKA
Metoda svařování	MIG/MAG	Bodové	Odporové
Činnosti zvyšující hodnotu	Ohýbání, svařování	Ohýbání, svařování	Ohýbání, svařování
Celkový čas činností zvyšujících hodnotu [s]	486,6	213,8	264,2
Činnosti snižující hodnotu	Převoz	Převoz	Převoz
Celkový čas činností snižujících hodnotu [s]	43,0	29,0	47,0



Obr. 4.9: Časový diagram výroby pro výrobek BMW 35A.



Obr. 4.10: Časový diagram výroby pro výrobek Audi Q3 P53.



Obr. 4.11: Časový diagram výroby pro výrobek Porsche Macan P57.

ZÁVĚR

V bakalářské práci byly popsány vybrané metody štíhlé výroby a implementována metoda VSM do podmínek reálného podniku.

Na posouzení o volbě metody, která by byla vhodná pro implementaci na reálném pracovišti, bylo zváženo více metod, z nichž nejvhodněji se jevila právě metoda VSM, z důvodu příhodných podmínek pro implementování této metody. Firma ALBA – METAL s.r.o. se nachází před důležitým krokem ve své historii, a to přesunutím části své výroby do nových prostor, které jsou ve fázi výstavby. Výrobky, které měly být popsány, byly zároveň jedny z nosných celé její výroby. Právě v těchto případech bývá metoda VSM nejčastěji využita.

Jednotlivé zjišťované výrobky se od sebe lišily vlastním materiálovým tokem, který je uveden v příloze. Lišily se také časově. Pro výrobek BMW 35A byl zjištěn čas činností, které zvyšují jeho hodnotu 486,6 sekund, což je z jeho výrobní doby 92 %, naopak činnosti, které jeho hodnotu snižují, trvají 43,0 sekund (8 %). Pro výrobek Audi Q3 P53 byl zjištěn čas činností zvyšující jeho hodnotu 213,8 sekund (88 %), trvání činností snižující jeho hodnotu bylo zjištěno jako doba 30,0 sekund (12 %). Pro výrobek Porsche Macan P57 byl zjištěn čas činností, které zvyšují jeho hodnotu 264,1 sekund (85 %), činnosti, které jeho hodnotu snižují, trvají 57,0 sekund (15 %). Ze zjištěných údajů může firma, po dokončení stavby nové haly, vycházet při rozmístění výrobních strojů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] REMBOLD, Ulrich., Bartholomew O. NNAJI a Alfred STORR. *Computer integrated manufacturing and engineering*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., c1993. ISBN 0201565412.
- [2] Metodika plýtvání. *Svět produktivity* [online]. Prostějov: CPI Web servis, 2012 [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>
- [3] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-394-4.
- [4] [Model chrámu]. In: *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. Slaný: API - Akademie produktivity a inovací, 2017 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/wcd/pages/kapc/domeek.jpg>
- [5] MOORE, Ron. *Selecting the right manufacturing improvement tools: What tool? When?*. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 0750679166.
- [6] PINEDO, Michael. *Planning and scheduling in manufacturing and services*. New York, NY: Springer, c2005. ISBN 0-387-22198-0.
- [7] Poměr mezi produktivní činností a plýtváním v administrativních procesech. In: *ESCARE* [online]. Slaný: ESCARE, 2013 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.escare.cz/lean-healthcare/odborne-clanky/item/17-stihla-administrativa/graf.jpg>
- [8] Po třiceti letech štíhlé výroby je čas na štíhlý vývoj. *Technodat* [online]. Zlín: Technodat, 2017 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <https://www.technodat.cz/po-triceti-letech-stihle-vyroby-je-cas-na-stihly-vyvoj.htm>
- [9] Štíhlý vývoj. *IPA Czech* [online]. Žilina: IPA Czech, 2012 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihly-vyvoj>
- [10] Štíhlá logistika. *IPA Czech* [online]. Žilina: IPA Czech, 2012 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihla-logistika>
- [11] Štíhlá logistika. In: *CCB* [online]. Brno: Webservis, 2017 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: https://www.ccb.cz/images_aqua/2014/brezen/03-ZCU-stihla_logistika-03x.jpg
- [12] Efektivní a štíhlá logistika. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. Slaný: API - Akademie produktivity a inovací, 2015 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25765n-efektivni-a-stihla-logistika>

[13] 5S, 6S, nebo dokonce 7S. *Svět produktivity* [online]. Prostějov: CPI Web servis, 2012 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/>

[14] Vyjádření kroků 5S slovními pojmenováními. In: *Svět produktivity* [online]. Prostějov: CPI Web servis, 2012 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://cpi.atom2.cz/media/Base/1203/Image1067.png>

[15] Jidoka. *Svět produktivity* [online]. Prostějov: CPI Web servis, 2012 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Jidoka.htm>

[16] Just - in - time - Just - in - sequence. *CIE* [online]. Plzeň: CIE, 2016 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/just-in-time-just-in-sequence>

[17] Kanban – výroba tahem. *Systém online* [online]. Praha: Webservis, 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm>

[18] Kanban. *CIE* [online]. Plzeň: CIE, 2016 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/kanban>

[19] Příklad Kanban karty ve společnosti Narex. In: *Centrum pro výzkum informačních systémů* [online]. Zlín: Centrum pro výzkum informačních systémů, 2004 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: http://cvis.cz/pictures/167_00.jpg

[20] TPM - Total productive maintenance. *CIE* [online]. Plzeň: CIE, 2016 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/tpm-total-productive-maintenance>

[21] SMED. *Lean Production* [online]. Itasca: Vorne Industries, 2016 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.leanproduction.com/smed.html>

[22] Poka-yoke (odolnost vůči chybám). *P.Q.M.* [online]. Stará Ves nad Ondřejnicí: P.Q.M., 2016 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.pqm.cz/nvcss/pyokecs.html>

[23] Jednotlivé metody a nástroje (Q - Z). *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. Slaný: API - Akademie produktivity a inovací, 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z>

[24] Heijunka. *Svět produktivity* [online]. Prostějov: CPI Web servis, 2012 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Heijunka.htm>

[25] Heijunka: The Art of Leveling Production. In: *ISixSigma* [online]. Seattle: iSixSigma, 2017 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <https://www.isixsigma.com/wp-content/uploads/2014/02/Relationship-Among-Predictability-Flexibility-and-Stability-Is-Heijunka.gif>

[26] O nás. *ALBA - METAL* [online]. Ladná: CURSOR, 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://alba.cz/cz/o-nas/>

[27] Drátěné inserty. *ALBA - METAL* [online]. Ladná: CURSOR, 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.alba.cz/cz/dratene-inserty/>

[28] Drátěné inserty. In: *ALBA - METAL* [online]. Ladná: CURSOR, 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.alba.cz/userfiles/image/dratene_inserty/obrazy/001.jpg

[29] Drátěné rámy. *ALBA - METAL* [online]. Ladná: CURSOR, 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.alba.cz/cz/dratene-ramy/>

[30] Drátěné rámy. In: *ALBA - METAL* [online]. Ladná: CURSOR, 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.alba.cz/userfiles/image/dratene_ramy/obrazy/001.jpg

[31] Pedály a táhla. *ALBA - METAL* [online]. Ladná: CURSOR, 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.alba.cz/cz/pedaly-a-tahla/>

[32] Pedály a táhla. In: *ALBA - METAL* [online]. Ladná: CURSOR, 2017 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: http://www.alba.cz/userfiles/image/pedaly_tahla/obrazy/004.jpg

[33] Drátěné háčky pro lakovny. *Drátěné háčky pro lakovny* [online]. Ladná: CURSOR, 2017 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.alba.cz/cz/dratene-hacky-pro-lakovny/>

[34] Drátěné háčky pro lakovny. In: *ALBA - METAL* [online]. Ladná: CURSOR, 2017 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: http://www.alba.cz/userfiles/image/hacky_pro_lakovny/obrazy/007.jpg

[35] *WIREFRAME / HiSi Kissen BASIS: BMW 35*. Ladná, 2014.

[36] *Dokument pro výrobek: wire P51: Projekt: BMW 35*. Ladná, 2015.

[37] *WIREFRAME / HiSi Kissen BASIS: Audi Q3 P53*. Ladná, 2011.

[38] *Dokument pro výrobek: drát P53: Projekt: Audi Q3 P53*. Ladná, 2013.

[39] *WIREFRAME / HiSi Kissen BASIS: Projekt: Porsche Macan P57*. Ladná, 2014.

[40] *Dokument pro výrobek: rám P57: Projekt: Porsche Macan. Ladná, 2013.*

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNC	Computer Numeric Control
TPS	Toyota Production System
JIT	Just In Time
TPM	Total Productive Maintenance
SMED	Single Minute Exchange of Die
VSM	Value Stream Mapping
BMW	Bayerische Motoren Werke

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Materiálový tok výrobku BMW 35A

Příloha 2: Materiálový tok výrobku Audi Q3 P53

Příloha 3: Materiálový tok výrobku Porsche Macan P57

