

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Uplatnění metod štíhlé výroby ve
společnosti Siemens s.r.o.**

(Diplomová práce)

Přerov 2022

Bc. Rostyslav Hošek



**Vysoká škola
logistiky**
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student **Bc. Rostyslav Hošek**

studijní program **Logistika**

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Uplatňování metod štihlé výroby ve vybrané společnosti**

Cíl práce:

Posoudit implikaci metod štihlé výroby ve vybrané společnosti, pomocí analýzy vyhodnotit přínosy používaných metod a navrhnout další možnosti ke zlepšení.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Charakteristika metod štihlé výroby
2. Charakteristika vybrané společnosti a produktu
3. Analýza a vyhodnocení zavedených metod
4. Návrhy ke zlepšení současného stavu

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan a kol. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

MACUROVÁ, Pavla, KLABUSAYOVÁ, Naděžda a Leo TVRDOŇ. Logistika. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.

MANN, David. Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions. 2nd ed. New York: Productivity Press/Taylor, c2010. ISBN 978-1-4398-1141-2.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Leo Tvrdoň, Ph.D., ALog.

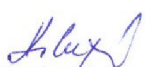
Datum zadání diplomové práce:

31. 10. 2021

Datum odevzdání diplomové práce:

12. 5. 2022

Přerov 31. 10. 2021


Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat předtím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 19.8.2022

.....

podpis

Poděkování

Velmi rád bych poděkoval panu Ing. Leovi Tvrdoňovi, Ph.D. za odborné vedení práce, Ing. Václavu Hoškovi a Ing. Josefu Harbichovi za přístup k údajům a v neposlední řadě své přítelkyni Denise Tomanové za podporu a obětavost při psaní práce a během celého mého studia. Dále mé díky směřuje k přátelům a kolegům, kteří vždy byli ochotni pomoci, když bylo třeba.

Anotace

Tato práce se zabývá uplatněním metod štíhlé výroby ve společnosti Siemens s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice, a to převážně na oddělení obrobny a slévárny, avšak dotýká se i jiných částí výroby. V první řadě se práce zaměřuje na teoretický základ metod štíhlé výroby, následně popisuje organizaci a produkty, nakonec pomocí srovnání a analýzy definuje dopady užití principů a metod štíhlé výroby.

Klíčová slova

Štíhlá výroba, řízení výroby, plýtvání, skladování, optimalizace, tlakové lití

Annotation

This theses writes about the implementation of lean manufacturing methods in the company Siemens s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice, especially the ward of machining shop and metal foundry, but it concerns also other parts of manufacturing. In the first place it focuses on theoretical basic knowledge of the methods of lean manufacturing, then the intern organization and products are described. Last but not least it analyses and presents the outcomes of implementation of lean manufacturing methods.

Keywords

Lean manufacturing, management of manufacturing process, wasting, stocking, optimalization, pressure diecasting

Obsah

Úvod.....	10
1 Charakteristika metod štíhlé výroby	11
1.1 Historie štíhlé výroby	11
1.2 Výroba.....	12
1.2.1 Proces a výrobní proces	13
1.3 Plánování a řízení výroby.....	16
1.3.1 Plánování výroby	16
1.3.2 Výrobní program.....	17
1.3.3 Kapacitní bilance	20
1.3.4 Systémy řízení výroby	20
1.3.5 Systém MRP	21
1.3.6 Systém Kanban	23
1.3.7 Systém výroby DBR.....	25
1.3.8 Just in Time (JIT).....	26
1.3.9 Zásoby.....	27
1.3.10 Sklady	29
1.4 Principy štíhlosti.....	30
1.4.1 Hodnota pro zákazníka	31
1.4.2 8 typů plýtvání	32
1.4.3 Štíhlý management a štíhlá kultura.....	33
1.4.4 Filozofie KAIZEN	34
1.4.5 Mapování procesů.....	35
1.4.6 Systém 5S	37
1.4.7 Metoda SMED	38
1.4.8 Metody analýzy.....	38
2 Charakteristika vybrané společnosti a produktu	41

2.1	Siemens Česká republika	41
2.2	Siemens, s. r. o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice	42
2.3	Vysokotlaké lití	42
2.4	Produkt slévárny.....	43
3	Analýza a vyhodnocení zavedených metod.....	44
3.1	Popis stavu a vizualizace.....	45
3.1.1	Popis procesu	47
3.2	První fáze	50
3.2.1	Zavedení metody 5S	50
3.2.2	System SMED.....	52
3.2.3	Hromadění zakázek pro apretaci.....	54
3.2.4	Závěr první fáze	55
3.3	Druhá fáze	55
3.3.1	Přílišné zásoby tavného materiálu a JIT	55
3.3.2	Zpracování objednávek přímou metodou	57
3.3.3	Informační tok ve výrobě.....	59
3.3.4	Závěr druhé fáze	61
3.4	Třetí fáze	62
3.4.1	Optimalizace pohybů manipulantů	62
3.4.2	Organizace venkovního skladového prostoru.....	65
3.4.3	Adresovaný sklad hotových výrobků	67
3.4.4	Náklady na plastové dílce a 3D tisk.....	69
3.4.5	Závěr třetí fáze	70
3.5	Čtvrtá fáze	71
3.5.1	Automatizace a robotizace výroby	71
3.5.2	Automatizace v procesu manipulace	73
3.5.3	Sjednocení systému.....	74

3.5.4	Závěr čtvrté fáze	75
4	Návrhy na zlepšení.....	76
4.1	Automatizace skladu hotových výrobků.....	76
4.2	Úprava štítků	77
4.3	Uživatelské rozhraní.....	78
4.4	Pokrytí sítě	79
	Závěr	81
	Seznam zdrojů.....	83
	Seznam grafických objektů.....	85
	Seznam zkratk	87
	Seznam příloh	88

Úvod

Moderní doba vyžaduje moderní řešení, to se týká každého aspektu lidského života. Pro každou moderní organizaci, jež chce být úspěšná, je implikování moderních technologií, principů řízení a moderní organizace nutností. Efektivita představuje klíč pro rozvoj, ekonomickou stabilitu a úspěch organizace, proto vznikly principy štíhlé výroby, které mají za úkol využít každého možného dostupného zdroje do takové míry, jak je to jen možné. Principy štíhlé výroby nalezneme ve všech odvětvích logistického řetězce od plánování nákupu, přes řízení výroby až k distribuci produktu ke koncovému zákazníkovi.

Cílem této práce je posoudit implikaci metod štíhlé výroby ve vybrané společnosti, pomocí analýzy vyhodnotit přínosy používaných metod a navrhnout další možnosti ke zlepšení.

Práce se zabývá implikací principů a metod štíhlé výroby ve vybrané společnosti, převážně tedy na oddělení obrobny a slévárny, avšak dotýká se i jiných částí výroby. Cílem takovéto implikace je co nejvíce zefektivnit procesy ve výrobě a maximalizovat využití všech dostupných zdrojů.

Společnost Siemens se celosvětově zabývá mnohými odvětvími od elektrotechniky, přes biomedicínské inženýrství až po osvětlovací techniku. To vše vyžaduje neustálou formu efektivní kontroly a řízení. Současný technologický posun je velmi rychlý, to si uvědomuje vysoký management společnosti, proto již od počátku implikovali principy efektivity a štíhlé výroby.

Štíhlá výroba – anglicky “Lean manufacturing“ – přičemž slovo lean zde znamená vytváření větší hodnoty pro zákazníky s menším množstvím zdrojů. Organizace chápe hodnotu pro zákazníka a zaměřuje své klíčové procesy na její neustálé zvyšování. Konečným cílem je poskytnout zákazníkovi dokonalou hodnotu prostřednictvím dokonalého procesu vytváření hodnoty, který nemá žádný odpad. Množství vad a odchylek je tím v takto nastavené organizaci sníženo na minimum.

Spojení principů štíhlé výroby a moderních technologií je naprosto klíčové. Právě díky technologiím výroba dokáže být přesná a v úzkém kontaktu se zákazníkem je možné vytvořit systémy, které budou na poptávku reagovat okamžitě a přesně. Kontrola kvality je následně s pomocí moderních technologií přesnější a rychlejší.

1 Charakteristika metod štihlé výroby

Teoretický úvod postupně rozebírá historii, jednotlivé aspekty štihlé výroby a její principy, uvádí veškeré potřebné informace, které je nutné uchopit a vyjasnit si pro vytvoření celkového obrazu. Štihlá výroba je úzce spjatá s informačními technologiemi a potřebou orientovat výrobu na zákazníka, přičemž záleží pouze na výrobcí, jak dalece si vypustí zákazníka do svých logistických procesů a jak hluboce má integrované technologie. Snaha uspokojit zákazníka v co nejkratším čase, s minimálními náklady a ztrátami je na prvním místě.

1.1 Historie štihlé výroby

Lze říct, že principy štihlé výroby se začaly objevovat již za působení Henryho Forda. Zavedl plovoucí výrobu, která byla založena na správném rozmístění výroby a její variabilitě. Ačkoli jeho přístup byl přelomový, procesy ještě nebyly dostatečně technologicky vyspělé na to, aby mohly být považovány za odpovídající principům štihlé výroby.

Za počátky štihlé výroby můžeme považovat až aktivity firmy Toyota. Když Kiichiro Toyoda a Taiichi Ohno přemýšleli nad situací těsně po druhé světové válce, napadlo je, že řada jednoduchých inovací by mohla umožnit zajistit plynulost toku procesů a širokou variabilitu nabídky produktů. Proto vytvořili vlastní systém Toyota.[1]

Tento systém v podstatě upravil zaměření výrobního inženýra od jednotlivých strojů a jejich využití k produktovým tokům v celém procesu výroby. Toyota dospěla k závěru, že správným rozložením strojů pro skutečně potřebný objem, zavedením strojů s vlastním monitorováním pro zajištění kvality, řazením strojů do pořadí procesů, průkopnickým rychlým nastavením, aby každý stroj mohl vyrábět malé objemy dílů podle aktuální potřeby a mít každý procesní krok navázaný na předchozí podle aktuální potřeby materiálů, bylo možné snížit cenu, nabídnout vysokou rozmanitost, zachovat kvalitu a zvýšit schopnost reakce výroby na měnící se přání zákazníka.[1]

Myšlenkový proces štihlé výroby byl důkladně popsán v knize *The Machine That Changed the World* (1990) od Jamese P. Womacka, Daniela Roose a Daniela T. Jonese.

1.2 Výroba

„Výroba je vědomý proces transformace výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které jsou pak spotřebovány. Z hlediska terminologie je vhodné považovat za obecný výsledek transformace produkt, který může být buď hmotný (výrobek) nebo nehmotný (služba) a je určen buď pro externího nebo interního zákazníka. Výroba je současně souhrnem všech výrobních procesů, které v podniku nebo jeho části probíhají. V některých podnicích probíhá několik výrobních procesů současně, jiné podniky zeštíhlují výrobu a soustřeďují se jen na jeden rozhodující výrobní proces.“ [2 s. 67]

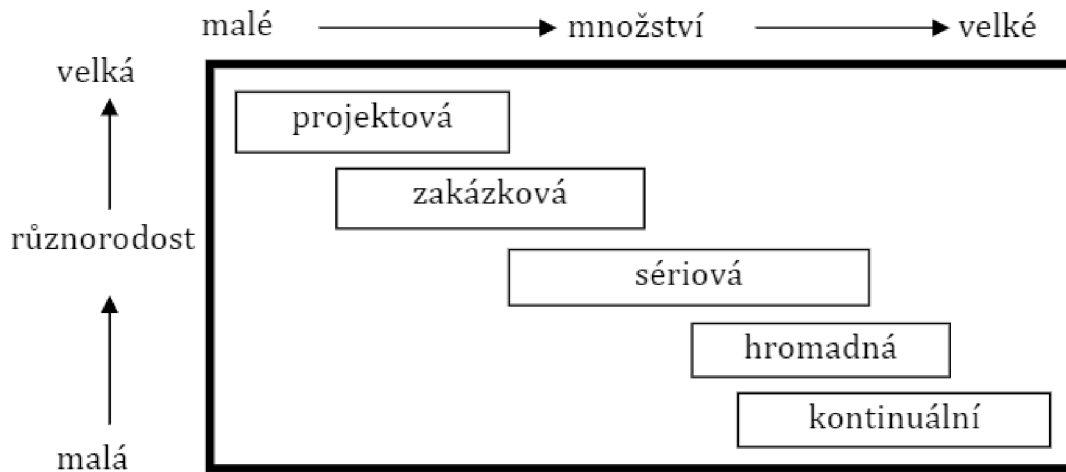
Dá se tedy říct, že výroba je proces přeměny vstupů na výstupy za pomoci zdrojů, tedy práce lidí, strojů a energie. Proces je řízený a úmyslný s předpokladem orientace na zákazníka, produkt musí tedy být zamýšlený, vyrábět bez možnosti odbytu je nelogické. Ačkoli je výroba jedním z mnoha procesů probíhajících ve společnosti, je tím hlavním, který udává tempo celé společnosti a ostatní procesy se odvíjejí od výroby.

Výroba tak ovlivňuje hospodaření celé společnosti a její nakládání se zdroji jak energetickými, pracovními tak finančními. Společnosti, které se zabývají výrobou produktu, se tak snaží bojovat s konkurencí pomocí snižování nákladů, zvyšování kvality produktu, zkracováním dodacích lhůt nebo rozšířením sortimentu nabízených produktů. Přičemž požadavky zákazníků dále dělí výrobu do několika druhů.

Vaněček a Pech [2] rozdělili výrobu na tyto druhy:

- Kontinuální výroba – jedná se o formu hromadné výroby, jejíž proces nelze přerušit z důvodu vysokých ekonomických nákladů, výroba probíhá nepřetržitě – ku příkladu výroba oceli, během které pece nesmějí vyhasnout.
- Hromadná výroba – neboli také linková výroba, je výroba se zaměřením na jeden stejný nebo více podobných produktů. Příkladem jsou linky výroby automobilů.
- Sériová výroba – linka nebo stroj vyrobí předem stanovenou dávku prvního vybraného produktu, následně dojde k technologické změně a přejde se na výrobu jiného produktu. Technologický proces se neustále mění a od výroby je vyžadována dávka flexibility.
- Zakázková výroba – také lze označit jako výroba na míru, kdy je produkt vyráběn v malém množství přímo podle požadavků konkrétního zákazníka. Podniky tak musejí být schopné široké škály produktů – ku příkladu krejčovství.

- Projektová výroba – vysoce flexibilní výroba zaměřená na dlouhý časový horizont, přičemž každý produkt je samostatný projekt. Jako příklad může posloužit výroba letadlových lodí.



Obr. 1.1 Druhy výroby

Zdroj: [2 s. 73]

Výroba je však také úzce spjatá s životním prostředím, a to nejen v místě samotného procesu ale také na všech koncích dodavatelského řetězce. Proto provázání se zpětnou logistikou je v mnoha případech velmi důležité, znovu užití některých materiálů může v důsledku snížit vedlejší náklady.

1.2.1 Proces a výrobní proces

„Proces je sled účelných činností nutných k dosažení výkonu, který má cíl, začátek (tedy vstupy), transformaci vstupů a konec (výstup) a je uskutečňován skupinou pracovníků.“
[3 s. 15]

Proces je sled činností, při kterých je využito aktivního působení pracovní síly, jejich manuálních a intelektuálních dovedností, které se podílí na vzniku finálního produktu nebo služby, a jejichž úkolem je přidat jistou hodnotu pro koncového zákazníka procesu. Při procesech evidujeme důležitá data o pořadí pracovních činností a jejich vzájemném provázání, o výkonných rolích v procesu, o podpůrných systémech, výkonnostních, kvalitativních a časových parametrech nezbytných pro splnění procesu.

Proces tedy můžeme nazvat jako soubor po sobě následujících činností, které mají za cíl vytvořit výstup, a sice produkt nebo službu, za pomoci vstupů, které do procesu vcházejí. Tento proces je cílený na zákazníka.

Z pohledu tvorby procesních map rozlišujeme [10]:

1. Řídící procesy. Týkají se především managementu, který díky nim vede rozvoj podniku a usměrňuje kvalitu výstupů. Řadíme mezi ně např. vytváření strategie, řízení rizik.
2. Hlavní procesy. Jedná se o procesy, jejichž finální výstupy směřují k zákazníkům a dochází tak k tvorbě hodnoty pro zákazníka. Patří sem příprava výroby, výroba produktů, kontrola kvality a expedice.
3. Podpůrné procesy. Podpůrné procesy slouží na pomoc hlavním procesům. Na rozdíl od hlavních procesů jsou si tyto procesy velmi podobné, a proto se stávají tématem outsourcingu. Jedná se např. o výběr a vzdělávání zaměstnanců, či řízení financí.

Jak uvedl Vaněček a kol. [4], výrobní proces můžeme charakterizovat jako proces výroby konkrétního jednoho produktu. Všechny tyto procesy se odlišují výrobkem a většinou i výrobní technologií. Využívají se rovněž jinak seřazené nebo zcela odlišné stroje, a také pracovníci, kteří mají rozdílnou kvalifikaci. Výrobním procesem můžeme označit např. výrobu automobilů, spotřebičů pro domácnost či výrobou elektromotorů. Všechny tyto výrobky mohou být vyráběny v odlišných variantách. Mohou se lišit v použitých surovinách, technologiích, strojích a lidech, a to poté považujeme za odlišné výrobní procesy. Výrobní proces se dělí z hlediska kontroly a řízení na výrobní operace, což je např. obrábění, broušení, montáž atd.

Vaněček a Pech [2] představují tři základní části výrobního procesu:

- Input (vstupy) – materiál, informace, zdroje obecně.
- Throughput (proces transformace) – proměna materiálu za pomoci působení práce.
- Output (výstup) – konečný produkt.

Informační tok mezi výrobním procesem a managementem podniku je klíčový, a to převážně z důvodu navázání ostatních procesů na ten výrobní. Samotný výrobní proces je nutné vymezit věcně, časově a z hlediska potřebných operací, které jsou s ním spojeny. Výrobní proces začíná ve chvíli, kdy materiál nebo polotovár vstoupí do první výrobní operace, a končí předáním na sklad hotových výrobků po schválení výstupní kontrolou. Nicméně existují i výjimky, kdy součástí výrobního procesu může být skladování surovin nebo skladování hotových výrobků. Tyto výjimky jsou nejčastěji nutné z důvodu

homogenizace surovin před výrobou nebo z důvodu úprav hotových výrobků na přání zákazníka, které probíhá ve skladu hotových výrobků.

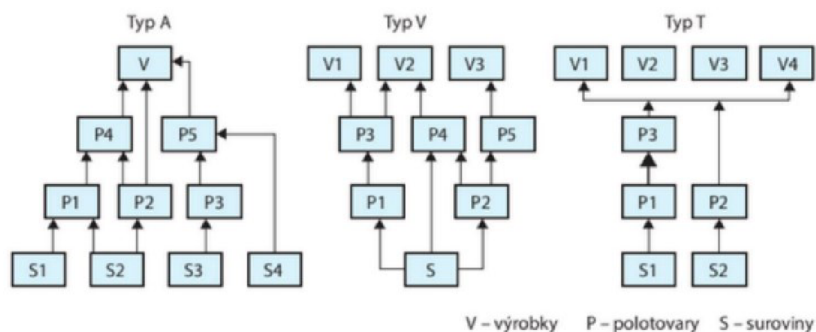
Toky materiálů ve výrobě a jejich řízení ovlivňují různé typy výrobních procesů, které lze klasifikovat. Jedním z možných rozdělení výrobních procesů je dle převažujícího charakteru technologických procesů. Podle Grose a kol. [5] mezi ně patří:

- **Mechanicko-technologické procesy**, v nichž jsou pro výrobu využity mechanické a fyzikální operace, jejichž výsledkem je změna tvaru zpracovaných materiálů. Příkladem je lití, obrábění, lisování atd.
- **Chemicko-technologické procesy**, v těchto procesech se využívá chemických reakcí ke změně složení zpracovaných surovin a výrobě nových materiálů s odlišným složením a vlastnostmi.
- **Biochemické procesy**, u nichž je možné dojít k podobným výsledkům jako u chemicko-technologických procesů, avšak vlivem působení mikroorganismů a biologických procesů.
- **Energetické procesy**, které jsou mířené na výrobu energií, vyznačují se převodem různých typů energií na elektrickou. Jako příklad lze zmínit geotermální elektrárny, vodní elektrárny, větrné nebo jaderné elektrárny.

V realitě však často dochází ke kombinacím různých výrobních typů, užitá technologie má významný vliv na strukturu materiálových toků. Na základě analýzy tak vznikly tři základní typy podle převažující struktury materiálových toků:

- **Výrobní proces typu A**, kdy charakteristickým znakem je velký objem výroby dílu v prvním stupni, postupně se ve výrobě přidávají další montážní skupiny až do finální montáže, kde vzniká konečný produkt. Materiálový tok se neustále zužuje a vytváří tak pomyslně písmeno A. Body spojení materiálových toků v tomto schématu se nazývají konvergentní. Schéma je typické pro strojní výroby, ku příkladu výroba elektromotorů.[5]
- **Výrobní proces typu V**, v němž je materiálový tok veden přes divergentní body, kde se toky materiálu rozdělují a větví do podoby písmena V. Vzniká tak široká paleta výrobků z jedné počáteční suroviny. Příklady lze nejčastěji nalézt v potravinovém průmyslu.[5]
- **Výrobní proces typu T**, kde znakem je velmi jednoduchá téměř lineární struktura, ta v posledním stupni však získává velké množství variant výstupu.

Vytváří tak domněle písmeno T, snaží se tak vyhovět co největší individuální potřebě koncového zákazníka. Nábytkářská výroba může být příkladem pro tento typ procesu.



Obr. 1.2 AVT druhy výroby.

Zdroj. [5 s. 125]

1.3 Plánování a řízení výroby

„Plánování a řízení výroby je významným segmentem výrobní logistiky. Výrobní logistika je úzce propojena s nákupní logistikou, s řízením zásob, s projektováním výrobků a procesů, se skladováním, na výstupní straně pak s expediční a distribuční logistikou.“ [6 s. 175]

Principy štihlosti je vhodné začlenit do plánování a řízení výroby hned na počátku a postupně je zdokonalovat a propojovat, implikovat hlouběji do všech procesů. Jak pro plánování, tak i řízení je velmi důležitý informační tok ve směru k i od výroby, z toho vyplývá velmi úzké propojení se současnými moderními technologiemi, které v mnoha ohledech zefektivňují a usnadňují práci.

1.3.1 Plánování výroby

„Plánování výroby navazuje na plán prodeje, který dává do souladu s kapacitními možnostmi podniku. Plán výroby zahrnuje plánování objemů a sortimentu podle jednotlivých výrobků, součástí apod., pracuje i s nároky výroby těchto objemů na výrobní kapacitu a smluvní zajištění zakázek, na strukturu a počet pracovníků, na surovinové zdroje. Důležitou součástí výrobního plánování je zajištění výrobního plánu výrobními kapacitami. Hlavním nástrojem je operativní plánování výroby a výrobních kapacit. Součástí plánování výroby je i plánování obslužných a pomocných činností, které

pomáhají zabezpečit výrobu a prodej. Významnou součástí plánování výroby je i oblast energetického hospodářství a podniková doprava.“ [7 s. 174]

Předmětem plánování výroby dle Synka [7] je:

- a) výrobní program
- b) výrobní proces
- c) zajištění výrobních faktorů pro výrobu

Plánování výroby je významným segmentem výrobní logistiky. Má úzké vazby na plánování prodeje na jedné straně a řízení nákupu materiálu na straně druhé. Plánování výroby podle Macurové, Klabusayové a Tvrdoně [6] určuje:

- **CO** se bude vyrábět a v jaké jakosti,
- **KDY** se to bude vyrábět (termín zahájení, ukončení a celkový průběh),
- **KDE** (pracoviště, pracovník),
- **S JAKÝMI ZDROJI** (spotřeba výrobních činitelů).

Plánování výroby zahrnuje posloupnost činností, v níž dochází k postupnému zjemňování plánu. Obsahuje tedy:

- tvorbu výrobního programu,
- tvorbu hlavního výrobního plánu,
- lhůtové a kapacitní plánování,
- rozvrhnutí výroby.

1.3.2 Výrobní program

„Výrobním programem rozumíme druhovou (sortimentní) skladbu a objem výroby, které se mají v určitém období vyrábět.“ [8 s. 254]

Hlavní informace pro tvorbu výrobního programu pocházejí z plánu odbytu. Jeho požadavky jsou porovnávány s výrobními kapacitami (s počtem a strukturou strojů, pracovníků, s materiálovými a finančními zdroji). Obvykle je sestaven dlouhodobý, resp. střednědobý a krátkodobý plán. V dlouhodobém plánu je možné provést zásadní změny výrobního programu, které však vyžadují nové výrobní kapacity, novou technologii, jiné pracovní postupy a pracovníky, značné finanční prostředky. Krátkodobý plán vyplývá z existujících výrobních kapacit a technologií, ze současné struktury pracovníků, z

aktuálních finančních zdrojů – může zajistit podstatně menší změny ve výrobním programu, většinou změny v konstrukci a designu výrobků.

„Výrobní program určuje, které agregované skupiny výrobků (obory, branže) se budou vyrábět a v jakých hrubých objemech.“ [6 s.178]

Při zavádění výrobků do výrobního programu je brán zřetel na požadavky trhu a potenciální ekonomickou výhodnost produktů. Je kladen důraz na optimalizaci výrobního programu.

Macurová, Klabusayová a Tvrdoň [6] jako kritéria optimalizace výrobního programu uvádějí:

- maximalizace absolutního příspěvku na úhradu,
- maximalizace rentability,
- maximalizace zisku,
- minimalizace nákladů apod.

Tvorba hlavního výrobního plánu

„Hlavní výrobní plán specifikuje hrubé objemy odváděné výroby podle jednotlivých typů výrobků (položek sortimentu).“ [6 s. 182]

Hlavní výrobní plán (Master Production Schedule – MPS) je nazýván též plánem odváděné výroby, resp. plánem finální výroby. Určuje plánovaný objem odváděné výroby dle jednotlivých typů výrobků (položek sortimentu). Má charakter hrubého operativního plánu. Odvozuje se od předpovědi poptávky, resp. od konkrétních poptávek zákazníků, a respektuje disponibilní kapacity. Má klouzavý charakter. Časová podrobnost hlavního výrobního plánu je závislá na složitosti výroby a průběžné době výroby. Volí se intervaly: čtvrtletí, měsíc, týden i den. [6]

Při tvorbě hlavního výrobního plánu se provádí hrubá kapacitní bilance (rough-cut capacity planning) s využitím souhrnných norem pracovních nebo náběhových křivek pracovních pro dílny, resp. skupiny pracovišť jako celek.

Kapacitní bilance obsahuje [6 s. 183]:

- *„stranu zdrojů, kterou představuje disponibilní kapacita (využitelný časový fond),*
- *stranu potřeb – jde o nároky lhůtového plánu dle časových úseků a dle jednotlivých pracovišť.“*

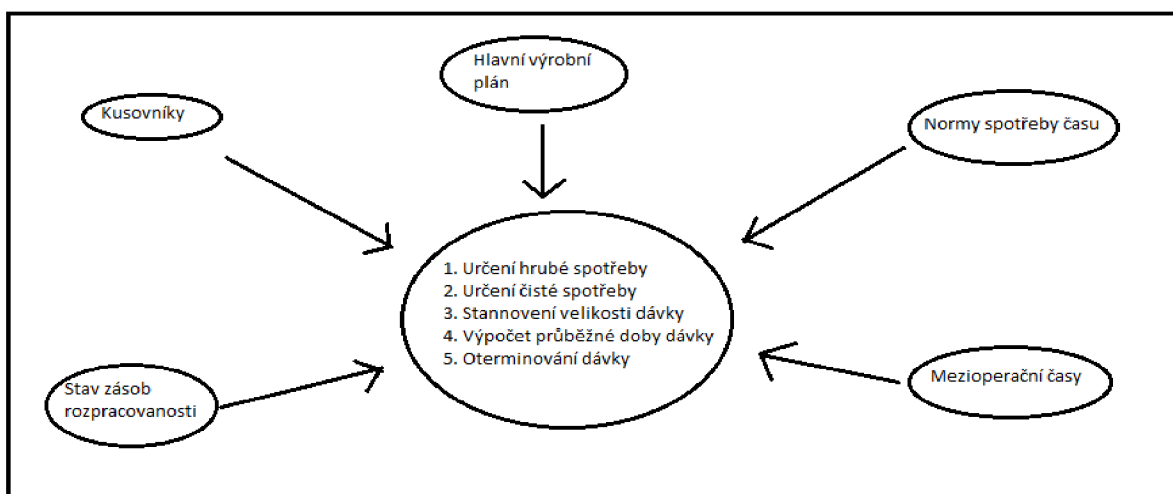
Lhůtové plánování

Lhůtové plánování představuje věcné a termínové zjemnění hlavního výrobního plánu. Hlavní výrobní plán je rozvržen do jednotlivých komponent výrobku a určuje se časový průběh výroby. Jde v podstatě o transformaci plánu odváděné výroby do plánu zadávané výroby. Plán zadávané výroby určuje, kdy mají být zadány komponenty, v jakém množství a jaký bude průběh výroby v čase.

Vstupními daty pro tvorbu lhůtového plánu jsou: hlavní výrobní plán, kusovníky, normy spotřeby času či jiné časové údaje pro propočet průběžné doby, technologické postupy, mezioperační časy, stav zásob rozpracovanosti.

Kroky lhůtového plánování:

- Určení hrubé potřeby komponent. Provádí se rozpad kusovníku na jednotlivé úrovně a komponenty. Hrubá potřeba komponenty je součinem plánovaného objemu dle hlavního výrobního plánu a kusovníkových vazeb.
- Určení čisté potřeby komponent. Čistá potřeba = hrubá potřeba – stav zásoby komponenty na skladě – očekávaný přísun (objem rozpracovanosti komponenty) + požadovaný stav konečné zásoby komponenty.
- Stanovení velikosti dávek (dle zvolené operační strategie).
- Výpočet průběžné doby dávek (resp. jednotlivě zadávaných komponent).
- Otermínování dávek, resp. jednotlivě zadávaných komponent (termín zahájení se odvozuje zpětným způsobem od termínu odvedení a průběžné doby jednotlivých položek).



Obr. 1.3 Kroky lhůtového plánování

Zdroj [6 s. 187]

Lhůtový plán se sestavuje v tabulce nebo za pomoci grafického znázornění ve formě úsečkového diagramu. Takto sestavený plán ale není kapacitně ověřen.

1.3.3 Kapacitní bilance

Využitelný časový fond pracoviště je dán počtem jednotek času (směn, hodin), ve kterých můžeme plnit (výrobní) úkoly za určité období. Vychází z nominálního časového fondu, který je dán počtem pracovních dnů (směn, hodin) v daném období. Od něj se odečítá čas dovolených, čas oprav a čas potřebný na úpravy pracoviště v důsledku změn výrobního programu.

Kapacitní bilance podle Macurové, Klabusayové a Tvrdoň [6] obsahuje:

- Stranu zdrojů – ta je představena využitelným časovým fondem.
- Stranu potřeb – jde o nároky lhůtového plánu dle časových úseků a dle jednotlivých pracovišť.

Zatížení pracoviště úkoly lhůtového plánu je určeno pomocí součtu plánované spotřeby času na všechny přidělené úkoly na vybraném pracovišti v daném plánovacím kroku.

Způsoby vyrovnávání kapacitních bilancí jsou závislé na strategii, kterou podnik zvolí již při tvorbě sortimentu produktů. Podle Duška [9] jsou typické možnosti vyrovnávání kapacitní bilance tyto:

- Úprava lhůtového plánu pomocí přeskupení úkolů.
- Úprava režimu práce, zvýšení směn a úprava plánu údržby.
- Zadání práce v kooperaci s jinými podniky.

Výsledkem plánování jsou [9]:

- výsledný lhůtový plán,
- plán zatížení kapacit v čase,
- plán přesunu materiálu, náradí, zabezpečení energie.

1.3.4 Systémy řízení výroby

Analýzu a monitorování průběhu výrobního procesu umožňují informační systém, výrobní zakázky a jejich status, aktuální termíny – jejich dodržování – a kontrola nákladů. V každé oblasti podniku je určitý typ informačního systému, který slouží k řízení výroby.

Macurová, Klabusayová a Tvrdoň [6] tvrdí, že řízení výroby zahrnuje:

- zadání naplánovaných úkolů do výroby,

- řízení toku materiálů, nářadí apod.,
- koordinace výrobních, kontrolních, manipulačních, údržbářských operací,
- evidence průběhu výroby,
- identifikace výkyvů a organizace nápravy.

Existuje velké množství různých systémů pro řízení výroby a jejich kombinací, Gros a kolektiv [5] však určili tyto 4:

- tlačné systémy (push),
- tažné systémy (pull),
- kombinované systémy,
- ostatní systémy.

1.3.5 Systém MRP

Systém MRP (Material Requirements Planning) je tlačným systémem určeným pro plánování a řízení výroby a je přímým vylepšeným nástupcem systému MRP, který vznikl po druhé světové válce v USA. MRP našel uplatnění převážně v podnicích se stupňovitými procesy, nejednoznačným určením polotovarů a dílů, s velkým sortimentem produktů a sdruženou výrobou. Celý systém je založen na plánování všech podnikových zdrojů.

„MRP je označením postupu plánování výroby, který je základem mnohých počítačových systémů pro řízení podniku (pro tyto systémy se používá označení ERP – Enterprise Resource Planning).

Smyslem postupu MRP je naplánovat přísun materiálu, zadávání a odvádění výroby tak, aby byl dodržen hlavní výrobní plán.“ [11]

Podle Tvrdoň a Bazaly [11] MRP má tři vývojové stupně:

- MRP I (Material Requirements Planning) – upřesněno pro plánování materiálových požadavků,
- MRP II (Manufacturing Resource Planning) – pro plánování a řízení výrobních zdrojů,
- MRP III (Money Resource Planning) – zahrnuje plánování finančních zdrojů.

Tvrdoň a Bazal [11] dále tvrdí, že u MRP I i MRP II se vychází z plánu odvádění finálních produktů pro jednotlivá období. Délka období je určena podle potřeby, tedy ve dnech, týdnech apod. Propočítání potřeby jednotlivých nižších položek se provádí pomocí rozpadu

kusovníku a objemu odvádění. Propoččet končí až u nákupního oddělení, kde je zajištěno přesné množství potřebného materiálu. Ve výpočtu jsou zohledňovány rozpracované položky a objem objednávek, dále jsou určované termíny nových zakázek, velikosti objednávek a termíny dodávek. MRP II je schopno zároveň prověřit kapacitní průchodnost termínového plánu.

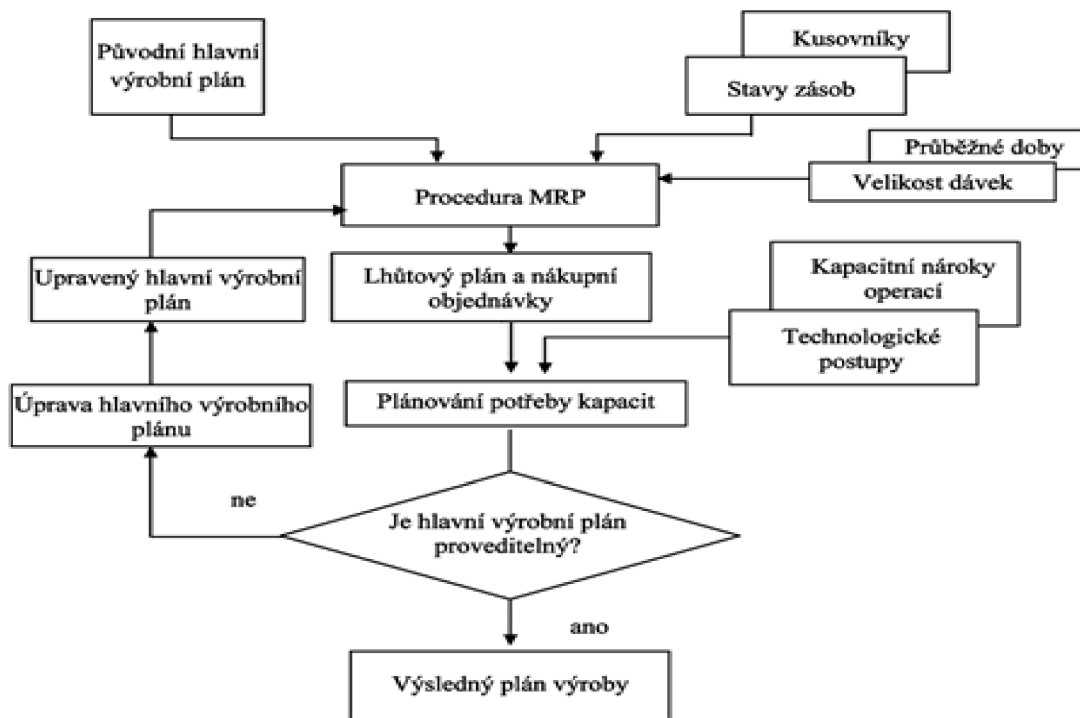
Systém MRP se hlavně vyznačuje:

- uceleností postu přes všechny úrovně plánování a řízení (tvorba plánu výroby, nákupu atd.),
- v mechanismu MRP je jedna položka, která se vyskytuje u různých výrobků nebo v různých úrovních rozpadu kusovníku, avšak je zpracovávána pouze jednou,
- je brán ohled na stav současných zásob, na objednané množství zásob dle požadavků a stav dřívějších objednávek,
- umožňuje flexibilní reakci na změnu priorit.

Plánovací horizont se rozdělí na dílčí období. Pro každé období se provedou následující kroky [11]:

1. Stanovení hrubé potřeby položky dle období.
2. Stanovení čisté položky dle období.
3. Určení plánovaného příjmu (dodávky) položky.
4. Určení velikosti externích a interních objednávek (tzv. plánované umístění objednávky).
5. Přehled kapacitního zatížení.
6. Řešení kapacitních střetů úpravou výchozí varianty hlavního výrobního plánu.
7. Opakování kroků 1 až 6 do věcného, termínového a kapacitního vyladění plánu.

Při použití systému MRP je pro každou položku sestavena tabulka, v níž se pro jednotlivá období propočítává hrubá spotřeba, čistá spotřeba, potvrzený příjem dávky, plánované umístění objednávky a plánovaná pohotovostní zásoba. Jako základ propočtu slouží rozpad kusovníku a hrubá potřeba položky.



Obr. 1.4 Postup systému MRP

Zdroj:[11]

Výhoda konceptu je především v oblasti využití výrobních kapacit, protože umožňuje požadavky na výrobní zdroje kladené plánem výroby přiblížit skutečnému výrobnímu zdroji, který je k dispozici. Hlavní výhodou je nízká úroveň rozpracované výroby a výrobních zásob, dobrá znalost jednotlivých materiálových potřeb, možnost generování různých řešení hlavního plánu výroby a umožnění sledovat průběžné doby skladování výrobků. Mezi nevýhody lze uvést stáří systému, jeho implementace je nákladná a zdouhavá, jsou také kladeny velké nároky na personál, který musí trvale pečovat o přesnost velkého množství dat.

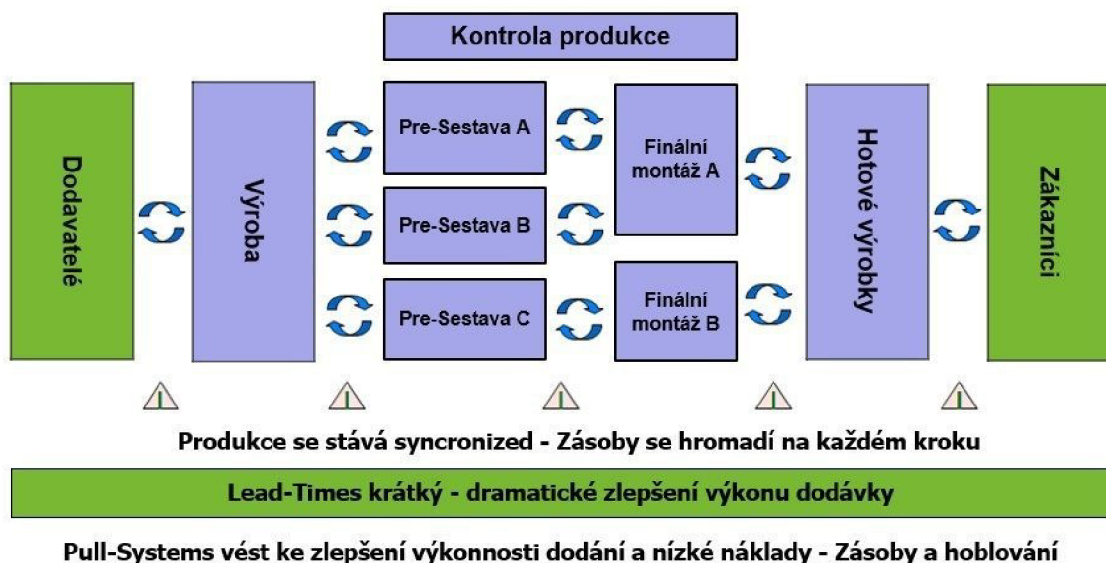
1.3.6 Systém Kanban

Původní princip Kanbanu byl nastaven panem Taiichi Ohno v Toyota Motor Corporation v roce 1947. Prvotním cílem bylo zvýšení produktivity, efektivity a následné zlepšení konkurenceschopnosti. Používáním Kanbanu byla Toyota schopna řídit výrobu mnohem flexibilněji a efektivněji. Výsledkem bylo ohromující zvýšení produktivity, včetně snižování nákladů rychloobrátkových materiálových zásob, polotovarů a hotových výrobků za stejné časové období.

Jedná se o systém pro kontrolu toku materiálu a výrobního procesu v principu „tahu“. Také nazýván jako samoregulační kontrola plynulého běhu materiálového toku. V Kanbanu je objednávka materiálu řízena spotřebou ve výrobě a logistický proces spouští definovaná hladina dostupnosti zásob.

„Kanban patří k nástrojům štihlého managementu, ale může se uplatňovat i samostatně, je založen na využívání kanbanových karet, které jsou nosičem informací, obíhají vždy mezi dvěma navazujícími články a plní funkci signálu pro zahájení práce na další dávce u dodávajícího pracoviště.“ [6 s. 206]

Okruhy kanbanových karet jsou předem definované, přičemž celý proces je veden v protisměru výroby od zákazníka. Karta putuje od distributora na sklad, tím se vytvoří poptávka, která je doplněna ze zásob skladu, sklad následně pošle kartu k výrobcí, ten ji zařadí do procesu výroby a podle množství, za pomoci plánovacího oddělení a kapacitně vybalancovaného plánu objedná potřebný materiál a zahájí výrobu, cyklus se uzavírá odesláním výrobků na sklad a do distribuce.



Obr. 1.5 Kanbanový systém oběhu karet

Zdroj: [12]

Na webu kanban-system.com [12] jsou uvedeny klíčové detaily objednávky, které obsahuje kanbanová karta takto:

- číslo dílu a jeho popis,
- počet dílů v balení,
- zákazník (spotřebitel) a dodavatel (zdroj).

Kanbanová karta může navíc obsahovat další interní informace, které jsou vždy uloženy v systému.

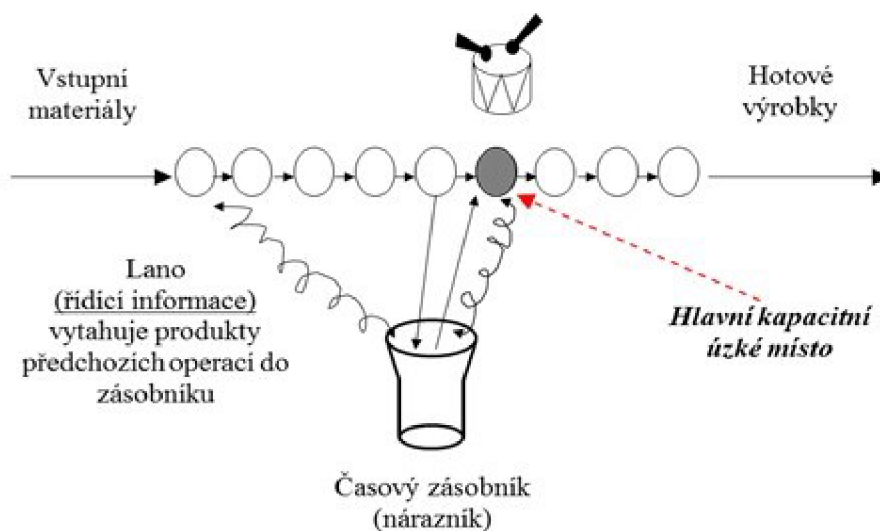
Kanban je poměrně jednoduchý systém, který neklade velké nároky na počítačový systém, předcházení nadvýroby a omezení skladových zásob, zkracuje dodací lhůty, zvyšuje spolehlivost dodávek, zjednodušuje plánování a kontrolu procesů, zvyšuje obrátkovost zásob a optimalizuje procesy jak ve výrobě, tak skladování.

1.3.7 Systém výroby DBR

Systém řízení výroby Buben Zásobník Lano je více znám pod anglickou zkratkou DBR (Drum – buben, Buffer – zásobník, Rope – lano). Opírá se o principy teorie omezení a vychází z plánu výroby stanoveného pro úzké místo.

Podle Macurové, Klabusayové a Tvrdoně [6] jde o systém řízení výroby založený na vytváření a řízení časových zásobníků na principu tahu. Tah je tvořen potřebou maximálního průtoku výroby za udržení minimálních stavů zásob. Průtok je měřen celkovým příspěvkem na úhradu obsaženým v příjmech z tržeb a je limitován úzkým místem. Systém DBR se snaží být jednoduchý a průhledný. Počítá také se závadami v procesu výroby, pro zadržení závad jsou vytvářeny a řízeny časové zásobníky.

Systém DBR je možno popsat jako řídicí systém, ve kterém rytmus určuje buben, jenž je zastoupen v podobě úzkého místa, které určuje rytmus práce na předchozích pracovištích vždy z maximální vytiženosti úzkého místa. Informačnímu toku mezi úzkým místem a předchozím dodávajícím pracovištěm se tak obrazně říká lano (rope).



Obr. 1.6 Princip systému DBR

[6 s. 208]

Každá část systému DBR je na sebe navázána a má své funkce, které podle Macurové, Klabusayové a Tvrdoně [6] jsou:

- Buben – jedná se o úzké místo ve výrobě, které zastává klíčovou funkci a určuje rytmus materiálového toku, toto místo je nezastupitelné a omezuje celý proces výroby.
- Nárazník – funkcí nárazníku je vyrovnávat materiálový tok před úzkým místem a zajistit stálý materiálový přísun do úzkého místa. Umisťují se před úzké místo a jsou aktivní v případě výpadku dodávek materiálu.
- Lano – jedná se o informační tok ve výrobním procesu, který řídí ostatní výrobní místa podle úzkého místa a vtahuje produkty do zásobníku.

1.3.8 Just in Time (JIT)

Metoda Just in Time je moderní metodou řízení výroby, která organizuje logistiku materiálových toků s důrazem na minimalizaci nákladů ve výrobě. Princip metody JIT jsou dodávky materiálu do výroby v předem stanoveném množství a čase dle potřeb výroby. Jedná se tedy o formu filozofie, kterou lze zakomponovat do jakýchkoliv systémů pro řízení výroby, skladování a jiné. Dodávka materiálu tedy probíhá ve správný čas, ve správném množství, na správném místě a v odpovídající kvalitě. Mezi hlavní přínosy patří:

- Úspora skladovacích prostor,
- Redukce zásob výrobního materiálu,
- Eliminace rizika skladových rozdílů,
- Snížení dopravních nákladů.

Vaněček [13 s. 25] uvádí, že v oblasti řízení zásob se metoda Just In Time týká dodávek, polotovarů, surovin nebo i hotových výrobků. S dodávkami v rámci takto stanoveného systému odběratel počítá a může se na ně plně spolehnout – dodávka dorazí v předem určený čas na předem určené místo, načež není potřeba vytvářet pojistnou zásobu. Jedná se o snahu minimalizovat jakoukoliv formu zásob. Tím minimalizujeme náklady na držení zásob a prostředky jindy vázané v těchto zásobách mohou být užity jinde.

Metodu JIT je tedy vhodné zavádět v podnicích se stálou poptávkou a pravidelnou výrobou. Důležitou vlastností takového podniku musí být spolehlivá komunikace mezi jednotlivými úseky výroby a jejich managementem. Dále musí panovat úzká spolupráce mezi výrobcem, zprostředkovatelem a dodavatelem. Systém JIT tak představuje štíhlost

z hlediska materiálového toku. Nicméně systém JIT klade zvýšené nároky na propojenost všech procesů pomocí spolehlivého informačního systému a je citlivý na výpadky informací. Závisí na krátkých dodacích lhůtách a přesnosti, při nepředvídatelném působení vnějších faktorů tak může dojít k přerušení výroby ku příkladu z geopolitických důvodů. U velkých výrobních celků je těžké zavádět JIT, nicméně je vhodné uplatnit jeho filozofii na řídicí systémy a jejich architekturu.

1.3.9 Zásoby

„Zásoby v různých podobách, jak se nalézají ve všech prvcích logistického řetězce. Po věcné stránce mají podobu zásob surovin, základních a pomocných materiálů, paliv, polotovaru, nářadí, náhradních dílů a obalů, rozpracovaných výrobků i hotových výrobků, zboží.“ [6 s. 145]

Zásoby umožňují podnikům zajistit plynulost výrobního procesu díky jejich stabilnímu přísunu, slouží ke kompenzaci kapacit jednotlivých procesů a linek. Dále zásoby snižují dopady nepředvídatelných vlivů, jakou jsou poruchy, a poskytují možnosti dodavatelům i odběratelům. Významnou funkcí zásob je také umožnění flexibilní nabídky a případného prodeje při neočekávaném nárůstu poptávky apod.

Podle vztahu k průběhu toků lze zásoby členit na [6 s. 145]:

- skladové zásoby v bodech rozpojení,
- zásoby v logistickém kanálu,
- zvláštní zásoby,
- strategické zásoby.

Zásoby v bodech rozpojení (ve skladech) jsou tvořeny na základě poptávky a můžeme je rozdělit na:

- **Běžná** neboli obrátková zásoba pokrývá spotřebu mezi dvěma časovými intervaly.
- **Pojistná zásoba** zabezpečuje náhodné fluktuace na stranách nabídky i poptávky. Také slouží k vyrovnání odchylek v dodacích lhůtách.
- **Vyrovňovací zásoba** zajišťuje plynulosti výrobních operací.
- **Technická zásoba** se vytváří u položek, které musejí před nebo po zpracování dozrát.

- **Zásoba pro předzásobení** se podobá pojistné zásobě. Rozdíl spočívá v předvídatelnosti.

Zásoby v logistickém kanálu můžeme rozdělit na:

- **Dopravní zásoby** neboli přepravované zboží. Přesněji se jedná o okamžik od naložení zásilky až po vyložení u zákazníka, můžeme je tedy nazvat zásobami v pohybu.
- **Zásoby rozpracované výroby** zahrnují veškeré produkty nacházející se v toku výrobního procesu. Důležitý je zde pojem průběžná doba výroby a minimalizace časů čekání (nedochází k zvyšování přidané hodnoty).

„Cílem řízení zásob je tedy dosáhnout požadované úrovně služeb za přijatelnou cenu. Je to otázka nalezení rovnováhy mezi náklady na skladování a cenou za poskytování požadované služby na úrovni, kterou si přeje odběratel či spotřebitel. Je-li objem zásob vysoký, pak je vysoká i cena služby; je-li na skladě málo zásob, pak budou nízké jak náklady, tak úroveň služby.“ [16 s. 44]. Klíčem je tedy najít rovnováhu a vypořádat se s výkyvy mezi nabídkou a poptávkou.

Náklady na skladování můžeme rozdělit do čtyř hlavních skupin:

- investiční náklady – náklady spojené převážně s počáteční investicí, to jest s výstavbou skladu, vytvořením systému, softwaru, nákupem vnitřního nebo IT vybavení skladu,
- objednacích náklady – jsou náklady spojené především s výběrem dodavatelů, náklady na přejímku, dopravu,
- provozní náklady – jinak také náklady na držení zásob jsou spojené s prostorem na skladování, úroky, energiemi, platy zaměstnanců a riziky,
- náklady z deficitu – tyto náklady vznikají při malém množství objemu zásob, zahrnují náklady na urychlené zajištění materiálu, ztráty z prostojů navazujících procesů apod.

Náklady na držení zásob jsou nejběžnější formou nákladů v prostředí řízení zásob. Lze je dále rozdělit na dvě skupiny – náklady fixní a variabilní. Fixní jsou náklady, které se nemění se snižujícím či zvyšujícím se objemem držení zásob, což jest nájem skladu, do jisté míry energie (pouze sezónní výkyvy), platy zaměstnanců (předpoklad stálého personálu). Do skupiny variabilních nákladů, tedy nákladů, které se mění s objemem

zásob, lze zařadit náklady na úroky z finančních prostředků vázaných v zásobách, dále třeba náklady na rizika budoucí nevyužitelnosti nebo neprodejnosti zásob.

1.3.10 Sklady

Sklady jsou prostory určené k uchovávání materiálů, jejich přesnější účely a varianty jsou různé, závislé na systémech, které je řídí, technologiích nebo struktuře. Trendem moderní doby jsou sklady úzce propojeny s informačními systémy a robotizací, které zefektivňují a výrazně usnadňují skladování jakéhokoliv materiálu.

Podle autorů Stehlíka a Kapouna [17 s. 73] se rozlišují tyto základní funkce skladování:

- vyrovnávací funkce – vyrovnávání rozdílné výroby a spotřeby ve vztahu k jejich množství nebo k časovému rozložení,
- zabezpečovací funkce – kryje nepředvídatelná rizika během výrobního procesu, kolísání potřeb na odbytových trzích,
- komplementační funkce – tvorba sentimentálních druhů na základě požadavku odběratele, materiály dostupné na trhu neodpovídají vždy konkrétním výrobně-technickým požadavkům,
- spekulativní funkce – uskladnění za účelem prodeje v předpokladu zvýšené prodejní ceny,
- zušlechťovací funkce – uskladnění za účelem zvýšení kvality zboží (zrání, sušení, kvašení).

Kubičková [18, s. 70] dělí sklady podle jejich funkce na:

- Obchodní sklady – zajišťují především skladování a změnu sortimentu podle poptávky zákazníků. Charakteristickým prvkem je velký počet dodavatelů i odběratelů,
- Odbytové sklady – charakteristické jsou jedním výrobcem, malým počtem výrobců a větším množstvím odběratelů,
- Systém cross-docking – zajišťuje kompletaci zásilek, které jsou tvořeny různými produkty. Po kompletaci zásilky zboží na těchto skladech nezůstává déle jak 24 hodin,
- Zásobovací sklady – slouží k držení zásob surovin či výrobků,
- Konsignační sklady – sklad vedený nevlastníkem zboží za účelem přiblížení zboží zákazníkům,

- Veřejné a nájemní sklady – zajišťují pro zákazníky skladování jejich produktů, popřípadě jsou podnikům pronajímány celé části skladů,
- Tranzitní sklady – zajišťují přerozdělení zboží jednotlivým zákazníkům a následnou distribuci. Běžně jsou umístěny na lokacích, kde se nakládá a vykládá velké množství zboží (přístavy, železniční uzly atp.).

Sklady a skladování jsou spojeny s technologiemi pro skladování, nejedná se pouze o digitální systémy pro jejich řízení, avšak také samotné technické vybavení skladů, které jde ruku v ruce se systémy a moderními technologiemi, napomáhá lepší organizovanosti a omezuje časy pro zpracování.

Současné technologie přispěly k lepšímu skladování, pomocí manipulačních prostředků můžeme ukládat materiál do mnohem vyšších a sofistikovanějších struktur, taky došlo k efektivnějšímu využívání prostoru. Obecně skladovací systémy můžeme rozdělit na:

- Statické systémy – kde manipulaci provádí manipulát za pomoci manipulačního prostředku. Patří sem policové regály, paletové regály a konzolové regály.
- Dynamické systémy – manipulaci provádí systém za pomoci automatizovaných prvků. Můžeme sem zařadit výškové regálové zakladače, kanálové regály, karuselové sklady a pojízdné regály.

1.4 Principy štíhlosti

Moderní doba klade moderní požadavky nejen na výrobu ale na celý logistický řetězec, významným jevem se stal důraz na ekologii, která nutí podniky zamezit zbytečnému plýtvání zdrojů, to vše jde ruku v ruce s trendem automatizace a digitalizace na všech úrovních. Principy štíhlosti si berou za své minimalizovat ztráty logistických zdrojů, a tím zároveň snižovat cenu za produkt. K tomu, aby byly principy štíhlosti proveditelné, mají podniky velké množství metod a systémů (Kanban, Just in Time nebo 5S), celý proces a jeho hodnotové toky je však nutné nejdříve dopodrobna zmapovat a popsat, k čemuž slouží ku příkladu mapa VSM. Myšlenka štíhlosti tak usiluje o dokonalost ve všech ohledech.

„Myšlenka štíhlé výroby vychází z poznání, že náročný trh vyžaduje rychlost a vysokou kvalitu za přijatelnou cenou. Cenu tedy nelze odvozovat od skutečných nákladů, k nimž přidáme žádoucí zisk, nýbrž naopak – mělo by být postupováno tak, že od ceny přijatelné

pro zákazníka odečteme žádoucí zisk a odvodíme tak nákladový cíl. Tomuto přístupu se říká target costing (nákladový cíl, limit nákladovosti).“ [6 s. 260]

Macurová, Klabusayová a Tvrdoň [6 s. 260] dále uvádějí, že štihlost znamená:

- zabývat se pouze činnostmi, které jsou potřebné,
- dělat to správně na první pokus,
- rozhodovat se rychleji než ostatní,
- přitom neplýtvat finančními zdroji.

Přitom se uplatňuje takzvané štíhlé myšlení, které směřuje k [6 s. 260]:

- principu tahu,
- přímočarosti,
- jednoduchosti,
- synchronizaci,
- redukci zbytečných činností.

Vše se tedy řídí smyslem snižování ztrát, které je nutné identifikovat, lokalizovat a zjistit jejich dopad. Následně uplatnit principy štihlosti a systematicky eliminovat ztráty. To vše cílí na maximalizaci hodnoty přidané pro zákazníka ve smyslu užitku.

„K nejvýznamnějším přínosům realizace štíhlých konceptů patří redukce nákladů spojených se zásobami snížení nároků na plochy, zkrácení průběžných dob a snížení ztrát z nekvality. Velmi významné je prosazení náročného náhledu na ztráty a nastartování nepřetržitého zlepšování jak kvality, tak i organizace práce. Tyto prvky lze doporučit jako nedílnou součást řízení každého podniku.“ [6 s.275]

Štihlost však s sebou přináší i rizika a omezení, a to především zvýšení zranitelnosti organizace vůči změnám, zavedení štíhlých principů tak může být v rozporu s flexibilitou organizace. Některé principy štihlosti se tak dají realizovat jen ve velmi specifickém spektru, kdy ku příkladu malé a časté dodávky materiálu kladou větší nároky na přepravu a informační systém. To vše by však mohla v budoucnu vyřešit umělá inteligence, která je schopna zpracovávat velké množství dat v krátkém čase a s maximální přesností.

1.4.1 Hodnota pro zákazníka

„V marketingové koncepci řízení výroby se vychází z toho, že veškeré úsilí podniku je zaměřeno na uspokojování dnešních i budoucích potřeb zákazníků. Jde tedy o uspokojování požadavků trhu s cílovým úkolem tvorby hodnoty pro zákazníka.“ [7 s. 174]

Za hodnotu je považován produkt, který je dodán v odpovídající čas v odpovídajícím množství a požadované kvalitě. Takový produkt splňuje potřeby zákazníka, které si specifikoval. Hodnota je tedy vztah mezi uspokojením zákaznických potřeb a zdroji používanými pro dosažení tohoto uspokojení. Potřebou je myšlen určitý pocit nedostatku něčeho, co je nezbytné a potřebné pro existenci zákazníka. K uspokojení zákaznických potřeb jsou tak užity podnikové zdroje, které jsou pomocí procesů přetvořeny v konečný produkt. Mezi zdroje náleží materiál, práce (strojní a lidská), finanční zdroje a know-how. Zákazníkem může být myšlen nejen vnější konečný zákazník, ale také jiný navazující výrobní proces, který je pouze součástí velkého celku. V případě vnitřních zákazníků je tak velmi důležité dodat produkt v dostatečné kvalitě, množství a čase, jelikož tak dochází k součtu zpoždění a tím dochází k prodloužení dodacích termínů ke koncovému zákazníkovi.

Cílem štíhlosti v každém výrobním procesu je tak optimalizovat ztráty a maximalizovat hodnotu pro zákazníka, je však nutné brát v potaz finanční možnosti podniku a optimalizace nesmí přinášet zbytečné dodatečné náklady. Zákazník tak chce, aby nedocházelo ke zbytečnému plýtvání, které by jakkoli negativně ovlivňovalo cenu nebo jinou hodnotu pro něj.

1.4.2 8 typů plýtvání

Macurová, Klabusayová a Tvrdoň [6 s. 260] ve své knize uvádějí sedm základních druhů plýtvání, které vyvstaly během zavádění principu štíhlé výroby v Toyotě, ovšem s postupem času se přidal osmý princip, a to nevyužitý potenciál, tím se vytvořilo osm druhů plýtvání, které tedy jsou:

1. Přesuny – nejedná se pouze o transport výrobků, ale také o transport informací, dílů, polotovarů. Toto plýtvání lze odstranit úpravou rozložení výroby.
2. Zásoby – nadměrné zásoby, na které je vázaný kapitál, může se jednat o zásoby hotových výrobků, zásoby materiálů nebo polotovarů. V moderním pojetí lze také říci, že problémové jsou také zásoby rozpracovaných projektů, kdy při velkém množství dochází ke ztrátám. U zásob je tedy hlavním cílem, aby množství kapitálu vázané v zásobách bylo minimální.
3. Pohyby – nejedná se pouze o pohyby při montáži výrobku, kdy se řeší minimalizace zbytečných pohybů pracovníka u linky, jedná se také o pohyby

v rámci kancelářských činností nebo hledání dokumentace. Tento problém lze řešit optimalizací uspořádání pracoviště.

4. Nevyužitý potenciál – tento druh plýtvání vzniká ku příkladu u lidí, kteří by mohli zpracovávat komplexnější a složitější úkoly, avšak v rámci organizace jsou jim přiděleny pouze menší práce, dále u strojů, které mají větší výrobní potenciál, ale jsou brzděny zbytkem výroby.
5. Čekání – čekání na materiál, na pokyny nebo dokonce čekání na načtení počítače, to vše jsou nežádoucí formy čekání a představují plýtvání.
6. Zbytečná komplexita – zbytečné zesložňování procesů, i když to není třeba.
7. Nadprodukce – jeden z největších druhů plýtvání, není třeba vyrábět zbytečně na sklad, ideální je výroba toho výrobku, který už má svého kupujícího. To samé se týká zbytečných reportů nebo jiných kancelářských prací.
8. Chyby – vadné výrobky, pozdní dodání, nesplněné sliby představují riziko ztráty zákazníka.

1.4.3 Štíhlý management a štíhlá kultura

Podle Manna [14 s. 3] většina receptů na štíhlou výrobu postrádá kritickou složku, a to štíhlost systému řízení pro jeho udržení. Praktiky štíhlého řízení jsou jako mnohé jiné aspekty štíhlosti snadno uchopitelné ale obtížně proveditelné. Štíhlý systém řízení udržuje a rozšiřuje zisky z implementace štíhlé výroby. Štíhlý management nastavuje štíhlou kulturu v celé organizaci a dbá na jeho udržení a kontrolu.

Při zvažování metod štíhlosti pro uplatnění ve výrobních nebo jiných procesech je důležité také zvážit možnosti managementu společnosti a jeho kompatibilitu s uplatňovanou metodou, omezení v tomto případě vzniká v pružnosti managementu a zkušenostech jednotlivých pracovníků. Po rozhodnutí uplatnění štíhlé kultury je vytvářen systém štíhlého řízení.

Mann [14 s.5] tvrdí, že systém štíhlé výroby se skládá z disciplín:

- trvalé udržování každodenních postupů a nástrojů,
- intenzivní zaměření na proces,
- systematický a neustávající pohyb vpřed.

Postupně a systematicky se tak dostává štíhlá výroba od managementu ke všem procesům ve společnosti.

Štíhlý management přináší mnoho výhod. Je snadno uchopitelný, vyžaduje minimální kapitál na vybavení a IT podporu, je relativně přímočarý, přesto při přestupu na štíhlou výrobu spousta podniků selhává. U štíhlých systémů záleží na konečných výsledcích i na přístupu k jejich dosažení, to je velký rozdíl oproti konvenčním metodám řízení. Dá se tedy říct, že jde o systém řízení stejně zaměřený na proces i výsledek. Kritickým bodem je uvažovat o štíhlém systému řízení jako o integrálním celku všech prvků. Kdyby proces byl perfektní a fungoval tak, jak byl navržen, nevyžadoval by žádnou údržbu ani kontrolu, to ovšem z procesu dělá neflexibilní objekt náchylný ke vnějším vlivům. [14 s. 6]

Štíhlý management vytváří štíhlou kulturu a ve štíhlé kultuře existuje štíhlý proces potažmo štíhlá výroba. Ke klíčovým znakům štíhlé organizace procesu patří [6 s. 262]:

- malé dávky,
- princip tahu,
- zásoby na nezbytné pojistné úrovni,
- dodávky na čas,
- redukce nastavovaných časů jako příklad pro zmenšení dávek,
- zapojení a zmocnění pracovníků,
- kontrola kvality přímo u zdroje,
- promyšlená a pečlivá údržba zařízení,
- vzájemná zastupitelnost pracovníků,
- zapojení zákazníků a dodavatelů.

1.4.4 Filozofie KAIZEN

Ve své podstatě se jedná o japonskou metodu neustálého zlepšování a posouvání se k lepšímu. Filozofie se opírá o tvrzení, že je lepší se posouvat každý den o maličký kousek než se zaměřit na velké skoky ve zlepšení.

Mezi základní pilíře Kaizenu můžeme považovat:

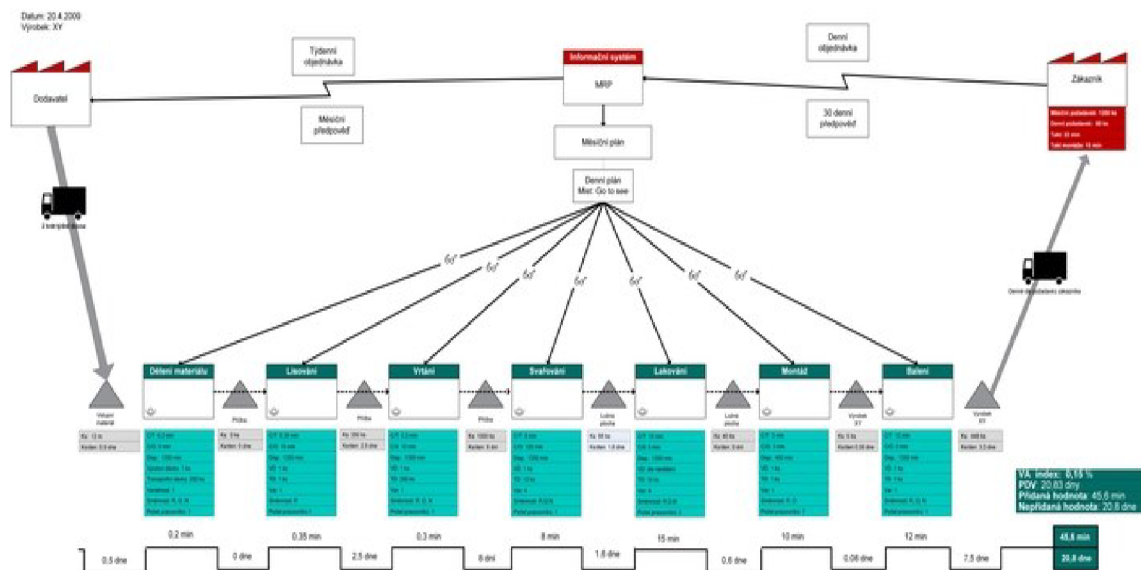
- **Neustále se dá něco zlepšovat** – i když procesy fungují, neznamená to, že se nedají ještě vylepšit. Neustálým zpochybňováním lze posunout efektivitu dále.
- **Cílem je trvalé zlepšování** – dokonalosti lze dosáhnout neustálým každodenním zlepšováním.
- **Nutnost hledat skutečné příčiny problémů** – řešení pouze důsledků problému nevede k neustálému zlepšování, nýbrž k opakování cyklu.

- **Nutnost jednat neprodleně** – nemá smysl odkládat řešení chyb a je nutné se jim věnovat neodkladně.
- **Zapojení všech členů týmu** – do hledání a řešení je nutné zapojit všechny členy týmu a mít tak velké spektrum názorů a údajů.
- **Změny mají jasně dané pořadí** – je třeba začít po malých nenákladných krocích a svou snahu neustále zlepšovat.

Kaizen by se neměl stát nástrojem nátlaku na zaměstnance a zvyšovat tak stres a nátlak na ně, tím by se veškerá snaha negovala. Program tak musí brát ohledy na všechny pracovníky. O změnu a posun by měli usilovat všichni pracovníci bez ohledu na jejich pozici, je proto vhodné zavést komunikační kanály a filozofii Kaizenu řádně všem vysvětlit a proškolit je. Zavedením motivačních odměn zvyšuje míru spojenosti všech zaměstnanců a podporuje snahu a filozofii Kaizenu.

1.4.5 Mapování procesů

Při řešení každého problému je vždy nutno jako první popsat aktuální situaci. K tomu existuje několik možných metod, mezi ty nejpoužívanější patří mapování pomocí VSM. Jedná se o standardizovanou piktogramovou metodu, která slouží k popisu a analýze toku hodnot výroby. Pomocí VSM jsou viditelné všechny toky hodnot v procesech od vstupů až po konečný výrobek. VSM nám poskytuje komplexní pohled a možnost hlubšího pochopení celého pohybu výrobou i díky vizuální stránce, čímž lze snadněji pochopit i návaznost procesů, spíše odhalíme plýtvání apod. Cílem je navrhnout budoucí stav ideálního hodnotového a informačního toku včetně jeho realizace. Tuto mapovací metodu je vhodné použít při analýze výrobních procesů, pokud navrhujeme nové výrobní procesy, nový výrobek nebo pro účel plánování nových layoutů a rozvržení výroby.



Obr 1.7: Ukázka mapy VSM

Zdroje [15]

Materiálový tok je kreslen zleva doprava, nikoli podle reálného prostorového rozmístění, informační tok je naopak zakreslován zprava doleva. Mapu vytváříme pouze pro jeden výrobek, který je nejtypičtějším zástupcem pro daný typ procesu. Výsledná mapa je vhodným produktem pro analýzu toku hodnot. Mapování toku hodnot může být vedeno na úrovni operací, podniků i na mezipodnikové úrovni.

VSM metoda je vhodná pro mapování materiálového toku a hodnot ve výrobě, ovšem taková mapa neodpovídá skutečnému rozložení výroby strojů, linek a pracovních ploch. Proto jako doplněk je zároveň vypracován layout neboli rozložení vybraného úseku výroby. Takováto reálná mapa nám pomáhá lépe si uvědomit strukturu výroby, proudění materiálů nebo dráhy převozu materiálu.

Uspořádání výrobních zařízení a pracovních jednotek do velké míry ovlivňuje materiálový tok. Skrze vhodné rozvržení a uspořádání budov, strojů, skladů a pracovišť lze dosáhnout velkých úspor jak materiálu a času, tak i finančních zdrojů. Způsob rozmístění určuje cestu, po které se budou pohybovat zdroje, především pak materiál a informace. Pracoviště mohou být uspořádána způsoby [3 s. 110]:

- Pevným – se pohybují transformující zdroje, zatímco transformované zdroje zůstávají na pevném místě. Nejčastější užití je u velkých výrobních jednotek, které je těžké přemísťovat.

- Procesním – podobná pracoviště se seskupují do skupin a rozpracované výrobky se posouvají podle potřeby mezi pracovišti.
- Buňkovým – transformované zdroje při vstupu do výroby jsou rozděleny do jedné z několika částí výroby, tzv. buněk. Každá buňka obsahuje vše pro transformaci zdrojů.
- Předmětným – jedná se o účelové uspořádání pracovišť s ohledem na minimalizaci pohybu produktu.

Správné a štíhlé rozložení pracovišť ve výrobě je klíčové pro uplatnění štíhlých principů a vyznačuje se přímým materiálovým tokem, minimální plochou na mezisklady a zásobníky, minimálními průběžnými časy, minimálními přepravními vzdálenostmi, odstraněním zbytečné manipulace a dodavatelé jsou umístěni co nejbližší k zákazníkovi.

1.4.6 Systém 5S

„Uplatnění systému 5S je doporučováno jako jeden z výchozích kroků při zavádění štíhlé výroby, neboť pracovní tým se sžije, začne soustavně upozorňovat na drobné problémy a aktivně je řeší, přebírají zodpovědnost za vymezené teritorium.“ [6 s. 165]

Jedná se o moderní japonskou metodu úzce související s ergonomií, která má za cíl především zajistit pořádek a organizovanost provozu na pracovišti a tím získat přehled nad průběhem procesu.

Macurová, Klabusayová a Tvrdoň [6 s. 266] definují 5S takto:

1. Organizace – týká se nářadí, pomůcek, materiálů, informací a norem. To vše je nutno na pracovišti zorganizovat tak, že nejčastěji používané předměty jsou uloženy blízko a málo nepoužívané předměty jsou mimo nejbližší okolí pracoviště.
2. Uspořádání – účelné uspořádání předmětů na pracovišti tak, aby byly přehledné, nedocházelo k hledání a neztrácel se čas zbytečným pohybem pro předměty.
3. Čištění – udržování pracoviště a nástrojů v neustálé čistotě, nepořádek tak nepřekáží v procesu a zároveň je zajištěna menší kazivost nástrojů.
4. Uklizenost – vytváření standardu pro udržitelnost systému 5S, sestavení a zavedení kontrolních procedur.
5. Disciplína – snaha dodržovat pravidla, která byla stanovena.

Systém 5S je zaměřen na jednotlivce, údržbu a uspořádání jeho pracoviště, tím se systém stará o základní postup výroby a zkvalitňuje celý proces.

1.4.7 Metoda SMED

Mezi základní principy štíhlosti také patří zmenšování dávek ve výrobě, což ovšem vede k nutnosti častěji nastavovat příslušné procesy, tím je ohrožena flexibilita a vniká zpomalování výroby. Proto vznikla metoda SMED, která má za úkol zefektivnit a snížit dobu seřizování na úplné minimum tak, aby omezení bylo zcela zanedbatelné.

Typický proces seřizování výrobního zařízení zahrnuje [6 s. 266]:

- příprava pomůcek, náradí, dokumentace apod. z důvodu minimalizace zbytečného pohybu během seřizování,
- demontáž a montáž příslušných pracovních částí,
- nastavení pracovního režimu zařízení,
- test provozu a případné úpravy.

Při redukci množství času na seřízení se používá následující princip:

1. Krok – rozlišit práci, která musí být vykonána nezbytně během vypnutí zařízení, a práci, kterou je možné vykonat ještě během provozu. Každý provozní pracovník bude souhlasit s tím, že přípravu nástrojů a jejich údržbu je možné provádět i za chodu stroje.
2. Krok – redukce samotného času seřízení tím, že se maximum času využije k přípravě v rámci možnosti seřízení stroje bez jeho odstavení.
3. Krok – zlepšování a redukce interního a externího času seřízení. Klíčem k řešení tohoto problému je hlavně organizace pracoviště a ostatních činností v dílně. Eliminace procesu nastavení rozměrů a polohy, který zabírá značný čas při všech typech přetypování.

Pro metodu SMED je velmi důležitá standardizace procesů seřizování a sestavení vhodného týmu pro úkol seřízení. Také je klíčové zvolit dobu seřízení na dobu, kdy dojde k nejmenšímu dopadu na celý proces výroby.

1.4.8 Metody analýzy

Existuje široká řada nástrojů a metod pro analýzu přínosu štíhlé výroby, avšak mezi ty nejjednodušší patří srovnání dopadů před a po zavedení, nejčastěji se jedná o produkční čas, který se vyznačuje dobou od zadání zakázky po její dokončení a předání k přepravě. Pokud časová srovnání vykazují pokles, aniž by se zvýšil počet vadných kusů nebo závad, jsou metody zavedené správně. Tedy metoda porovnání je vhodná pro vyhodnocení

dopadů projektů opírajících se o principy štihlosti. Dalšími vybranými metodami jsou „5x Proč?“, která slouží k identifikaci problému, a SWOT analýza, jež je vhodná pro zvážení možností implikace v rozhodovacím procesu nebo zhodnocení současného stavu.

Metoda „5x Proč?“ se zabývá lineárním řešením problémů, kdy je vhodné zaměřit se na jednu kořenovou příčinu nebo pouze malé množství příčin. Velké množství příčin komplikuje správné využití této metody. Metoda spočívá v položení si několikrát za sebou otázku „Proč?“, čímž se postupně dobereme kořenové příčiny problému, kterou je pak nutné vyřešit, a dojde k odstranění zabývání se pouze povrchovými příčinami. Metodou se můžete ptát nejen jedné osoby ale také skupiny lidí, přičemž otázka „Proč?“ může být použita kolikrát bude třeba, dokud se neodhalí příčina.

Příklad metody (nefunguje stroj):

- Proč nefunguje stroj? – Protože se zasekl motor.
- Proč se zasekl motor? – Protože se vysrážel olej a ztratil mazací schopnost.
- Proč se olej vysrážel? – Protože nedošlo k pravidelné údržbě.
- Proč nedošlo k údržbě? – Údržbáři nestíhají.
- Proč údržbáři nestíhají? – Je jich velký nedostatek.

Kořenová příčina je tak nedostatek odborné síly pro údržbu strojů. Úspěch této metody velice závisí na kvalitě odpovědí. Pokud jsou odpovědi získávány pouze na základě odhadů, výsledek řešení problému je založen na náhodě. Metoda je tak vhodná jako doplňková metoda nikoli hlavní metoda hledání a řešení problému.

SWOT analýza je odvozena od čtyř anglických slov, což jsou Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti) a Threats (hrozby). SWOT analýzu můžeme považovat jako jednu z nejčastějších používaných technik jak pro analýzu současného stavu, tak možné uplatnění projektu. Na základě výsledků SWOT analýzy si můžeme utvořit strategii, kterou následně můžeme použít k řešení slabých stránek nebo hrozeb. SWOT analýza je tak velmi univerzální a flexibilní nástroj ke zhodnocení každého procesu nebo stavu.

Tab. 1.1 SWOT analýza

<p>Silné stránky:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jakou nabízíte konkurenční výhodu? • Proč se k vám zákazníci pravidelně vrací? • V čem spočívá vaše jedinečnost? 	<p>Slabé stránky:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Čemu byste se měli vyvarovat? • Co můžete ještě vylepšit? • Co vnímají vaši zákazníci jako vaše slabé stránky? • Proč přicházíte o zákazníky?
<p>Příležitosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jaké příležitosti ve vašem oboru spatřujete? • Existuje pro vás příznivý vývoj trhu nebo technologií? • Dochází pro vás k příznivé změně společnosti, trhu nebo životního stylu? 	<p>Hrozby:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jakým překážkám vaše firma čelí? • Dochází pro vás k nepříznivé změně legislativy nebo trhu? • Čím vás předhání vaše konkurence? • Nachází se vaše firma v hospodářské recesi?

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce jsou pouze nějaké z možných otázek, které je nutno si položit. Čím více si jich položíme, tím komplexnější a přesnější odpověď získáme.

2 Charakteristika vybrané společnosti a produktu

Siemens je konglomerátní společnost, která se zabývá výrobou elektroniky a patří mezi největší a nejlepší firmy v tomto segmentu na světě. Její nejvyšší vedení sídlí v Berlíně a Mnichově. Siemens byl založen v Berlíně 1. října 1847 panem Wernerem von Siemensem. Firma byla založena na základě jeho patentu unikátního telegrafického přístroje se střelkou, která na místo Morseovy abecedy využívá běžnou abecedu.

Současná společnost má velmi široké pásmo působení a zabývá se vývojem a výrobou elektrotechniky, elektrárenské technologie, pohonných technologií, osvětlovací techniky, medicínských přístrojů a mnoha dalšího. Firma je považována za světového lídra ve vývoji a výrobě působící ve více než 190 zemích světa a zahrnující velké množství dceřiných společností.

2.1 Siemens Česká republika

Siemens patří mezi největší technologické firmy v České republice a je nedílnou součástí českého průmyslu, působí zde více než 130 let. Portfolio produktů a služeb v ČR pokrývá především energetiku, dopravu, veřejné infrastruktury, technologie budov a zdravotnictví. Siemens je velkým průkopníkem v oblasti technologií, digitalizace a Industry 4.0.

Průmyslová výroba je doslova na prahu čtvrté průmyslové revoluce. Automatizace směřuje k digitalizované výrobě a cíl podniků je jednoznačný – zvýšit produktivitu, efektivitu a kvalitu výroby, rychleji uvést produkty na trh, proto je zájem společnosti v tomto odvětví veliký a investuje nemalé prostředky do svých systémů. Systémy jsou koncipovány tak, aby byly vzájemně provázané a umožnily sdílení informací napříč celým korporátem, tím napomáhají přesnější a lépe řízené výrobě.

V ČR lze nalézt tyto závody:

- Siemens Electric Machines Drásov
- Siemens, s. r. o., odštěpný závod Elektromotory Frenštát
- Siemens, s.r.o., odštěpný závod Nízkonapěťová spínací technika
- Siemens, s. r. o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice

2.2 Siemens, s. r. o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice

Odštěpný závod v Mohelnici se zabývá vývojem a výrobou nízkonapěťových asynchronních elektromotorů různých osových výšek, a to 63 až 200 mm. Zároveň zde probíhá vývoj a výroba zakázkových kusů elektromotorů. Většina výroby probíhá právě v mohelnickém závodě mimo některé výjimky, které jsou outsourcovány. Proces vývoje a výroby propojuje nejmodernější technologie a lidskou práci. Denně se vyrobí okolo tisíce elektromotorů, které jsou určeny především k pohonu průmyslových zařízení, jako jsou ventilátory, čerpadla, kompresory, obráběcí stroje či hydraulické komponenty. Na výběr je téměř 90 000 variant motorů.

Většina úseku výroby v mohelnickém závodě je integrovaná do systému inteligentní logistiky, která se opírá o principy štíhlosti. Tím bylo dosaženo velkého pokroku v řízení materiálových toků za pomoci integrace moderních systémů a principů štíhlosti. Zabránit plýtvání a optimalizovat proces výroby je jedním z hlavních cílů tohoto systému. Pro systém inteligentní logistiky si společnost sama vytváří vlastní řídicí a informační software, čímž umožňuje lepší integraci a přizpůsobení na svoji vlastní problematiku.

2.3 Vysokotlaké lití

Technologie vysokotlakého lití může být užita k odlití nepřeborného množství odlitků – od uměleckých až po technické. Principem výroby odlitků pomocí tlakového lití je vstříkování taveniny do dutiny předehřáté kovové formy pod tlakem vysokým až 100 MPa. Tímto způsobem je možno vyrábět odlitky komplikovaných tvarů. Formy je nutno vyrábět z vysoce legované oceli kvůli vysokým nárokům na mechanickou a teplotní odolnost. Méně namáhané části (například rám) se vyrábějí z méně ušlechtilých ocelí. Pořizovací náklady na lící stroj jsou vysoké a záleží na stupni automatizace. Náklady na lící formu se pohybují od stovek tisíc až k několika milionům, cena závisí na velikosti a kvalitě. Používáním se forma opotřebovává, a proto je nutné formy měnit a provádět údržbu. Nová kvalitní forma dokáže odlít okolo 100 000 odlitků, než je nezbytné ji vystřídat a provést údržbu. Údržba probíhá formou mechanickou nebo chemickou, forma se obrušuje nebo vyleptává do původního tvaru. Forma však s postupem času degraduje na kvalitě a počet kvalitních odlitků, než se musí znovu vyměnit a provést údržba, se tak snižuje. Občas dochází také k ulomení některého z tvaru v dutině formy, tyto potíže by mohla do budoucna vyřešit technologie laserového broušení a 3D dotisku kovů, která se

osvědčila u forem pro plastové odlitky, avšak pro kovové je nutno ještě technologii zdokonalit.

2.4 Produkt slévárny

Slévárna je úsek výroby, která se zaměřuje na lití kovů do forem, a díky tomu produkuje díly, které jsou nezbytné pro konečný produkt (elektromotor). Mezi hlavní produkty tedy patří kostry elektromotorů různých velikostí pro různé typy a osové výšky. Drobné dílce, jako jsou krabičky, svorkovnice, štíty a jiné. Veškeré tyto odlitky jsou manipulovány, skladovány a přepravovány pomocí paletových jednotek odpovídajících normě europalety, v případě drobných odlitků se jedná o kovové europalety s drátěnými nebo plnými bočnicemi. Kostry jsou ukládány na dřevěné europalety s možnostmi dřevěných nebo plastových prokladů.



Obr. 2.1 Odlitek kostry elektromotoru

Zdroj: Vlastní zpracování

3 Analýza a vyhodnocení zavedených metod

Tato kapitola je praktického charakteru. Nejdříve popisuje stav před zaváděním metod štíhlé výroby. Zavedení těchto metod probíhá ve čtyřech fázích, přičemž v současnosti se nachází na začátku čtvrté fáze. Každá fáze a změny, jež představuje, budou v této kapitole rozebrány a jejich přínosy vyhodnoceny zvláště za pomoci jednoduchých analýz. Kapitola také popisuje možné přínosy a úskalí čtvrté fáze zavádění principu štíhlé výroby za pomoci inteligentní logistiky. V závěru jsou zmíněné možné budoucí směry zavedení štíhlosti ve spojení s inteligentní logistikou, kterou lze opřít o umělou inteligenci (AI).

Pro účely práce je nutno vymezit pole zasazení. Vymezení práce je určeno pracovištěm, kde se zaměříme speciálně na oddělení slévárny, nikoli celý závod, a to převážně z důvodu probíhajícího projektu Inteligentní logistiky a množství změn, které proběhly ve vymezeném období. Další vymezení také spočívá v časovém okně, budeme se bavit o období v letech 2015 až 2022. V tomto období právě na vymezeném pracovišti docházelo k velkým změnám.

Pro práci je také důležité určit současný stav zavedení v systému SAP. Jedná se o software založený na principech ERP sloužící k řízení podnikových zdrojů. Oddělení slévárny v systému SAP není rozděleno na jednotlivé části, ale je zavedena jako jeden celek. Systém tedy ukazuje množství vstupů a výstupních dílů, nicméně neukazuje množství rozpracovaných a hotových uskladněných zakázek na výrobním skladu, do systému se totiž zaznamenají až po opuštění pracoviště. Tato problematika je řešena pomocí připojování přídatných systémů.

Některé údaje v této práci jsou záměrně zkreslené, aby nedocházelo k prozrazení citlivých dat, která by mohla nějak ohrozit technologická tajemství. Údaje jsou však upravené tak, aby stále vyjadřovaly podstatu měření a zachovaly kontinuitu práce.

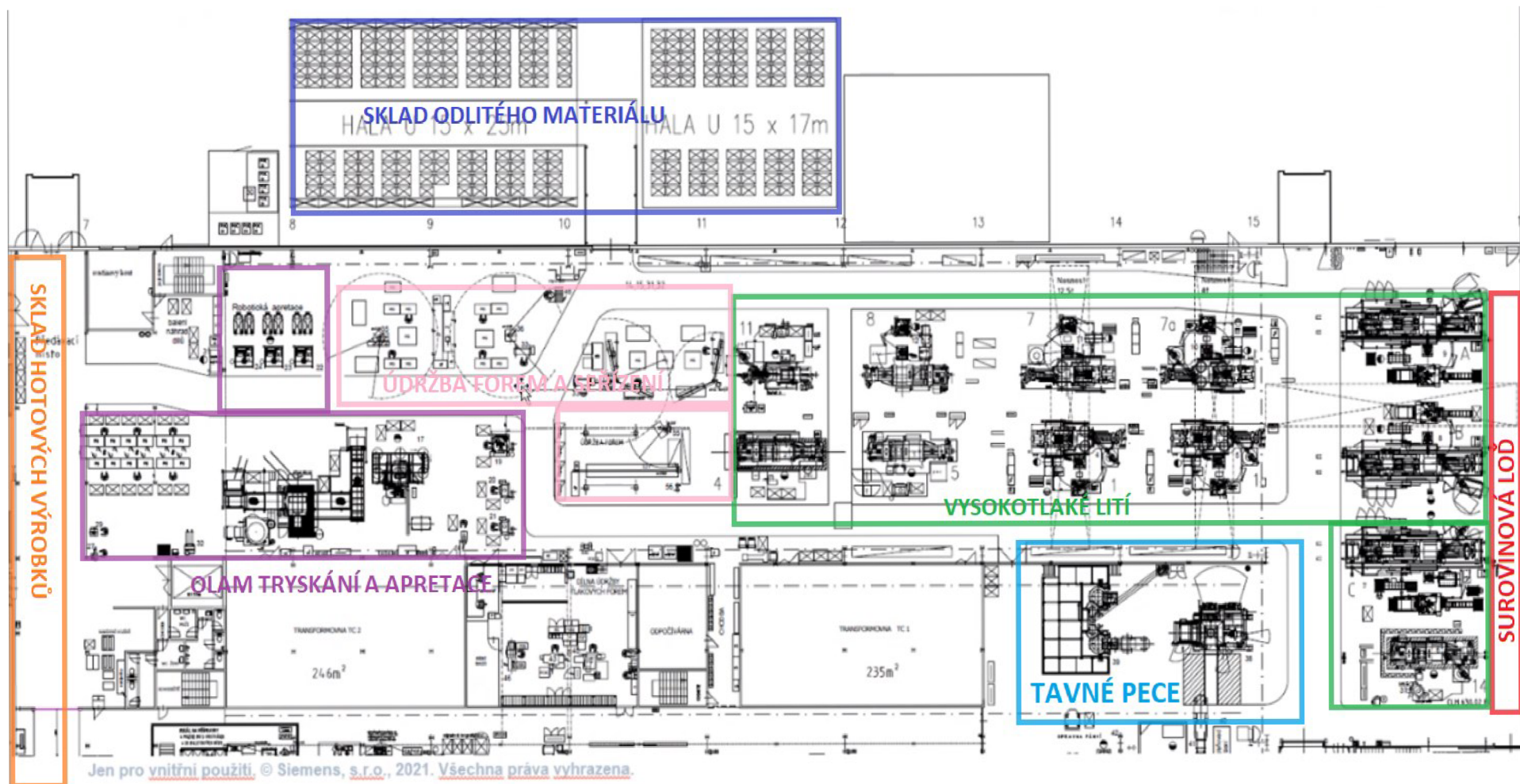
Číselné údaje prošly statistickým zpracováním tak, aby byla ověřena jejich kvalita a průkaznost. Číselné údaje níže v práci uvedené jsou často průměry vyplývající ze sta a více naměřených hodnot, přičemž odchylky měření jsou zanedbatelné, není-li uvedeno jinak.

3.1 Popis stavu a vizualizace

Současný stav a layout jsou již po úpravách, které probíhaly v předchozích letech. Celá slévárenská výroba se odehrává v jedné polovině budovy s venkovním přídavným skladem rozděleným do dvou částí. Pro účely práce jsem rozdělil úseky výroby hliníkového odlitku na tyto části:

- Surovinová loď
- Tavné pece
- Vysokotlaké lití (možno rozdělit na malé a velké)
- Údržba forem a seřizování
- Hangárový sklad (slouží jako zásobník pro následující procesy nebo kooperační mezisklad)
- Olam, tryskání a apretace
- Sklad hotových výrobků

Toto rozdělení rozmístění je však již upravené, během první fáze došlo k úpravě layoutu z důvodu lepšího rozmístění strojů a přesunutí údržby forem blíže k licím strojům. Také došlo k obměně několika strojů za modernější. Úprava layoutu a modernizace pracovišť přinesla několik výhod a lepší integraci procesu údržby a výroby.



Obr. 3.1 Layout výrobního prostoru

Zdroj: Vlastní zpracování

3.1.1 Popis procesu

Podle předpokládaného plánu výroby na základě objednávek zákazníků (vnitřních i vnějších) je navezen tavný materiál v podobě hliníkových cihel o požadovaném objemu vždy v pravidelných intervalech. Velké přesnosti odhadu požadovaného materiálu bylo docíleno za pomoci zavedení systému pro přímé objednání ze strany zákazníka. Když zákazník zadá přímo do objednávkového systému množství a druh výrobku, tento systém automaticky samostatně vyhodnotí prioritu zákazníka a potřebný objem objednaného materiálu, zavede údaje do objednávkového systému, přičemž bere v úvahu i možné znovu užití materiálu, který vzniká u vadných kusů nebo při ostříhu a olamování odlitku. Pomocí tohoto přímého systému, který je postaven na principech JIT, je materiál objednán ve správném množství. Výroba sama o sobě disponuje pojistnou zásobou, která umožní pokrytí výroby v případě odkladu z nečekaných důvodů.

Ze surovinové lodi je navážen materiál do tavné pece, která funguje nepřetržitě, v případě výpadku jsou k dispozici dvě menší pece. Do pece jsou naváženy jak nové hliníkové cihly, tak přebytečný odstříhnutý materiál a zmetkové kusy. Dále je roztavený hliník rozvážen pomocí speciálně upraveného vysokozdvížného vozíku, který distribuuje roztavený materiál k jednotlivým přístrojům. Čas a pravidelnost rozvozu si určuje pracovník na základě zkušeností, svého odhadu a možností.

Roztavený materiál je distribuován k jednotlivým vysokotlakým licím strojům, kde je naléván do ohřívané nádrže, odkud si stroj automaticky sám podává roztavený hliník a pomocí tlaku vstříkne do formy, kde vznikne požadovaný polotovár. Jednotlivé formy pro lití je možno měnit v závislosti na kompatibilitě strojů a požadavků výroby. V případě nutnosti je možno hned po odlití provést olam a ostříh za pomoci transportních ostříhovacích strojů. Každý pracovní stroj v úseku lití má vyhrazené dvě pozice pro přepravní jednotku, a to jednu pro hotové kusy a druhou pro zmetkové kusy. Odvoz hotových kusů a zmetkových kusů mají na starosti manipulanti s vysokozdvížným vozíkem.

Odlité výrobky se dále odváží do venkovního hangárového skladu. Výrobek je už v tomto skladu možné paletovat a zaslat neopracovaný zákazníkovi podle požadavků nebo na další zpracování do kooperačního závodu. Ze skladu manipulanti distribuují výrobky pro další zpracovávání podle požadavků olamování, tryskání nebo apretace. Hangárový sklad

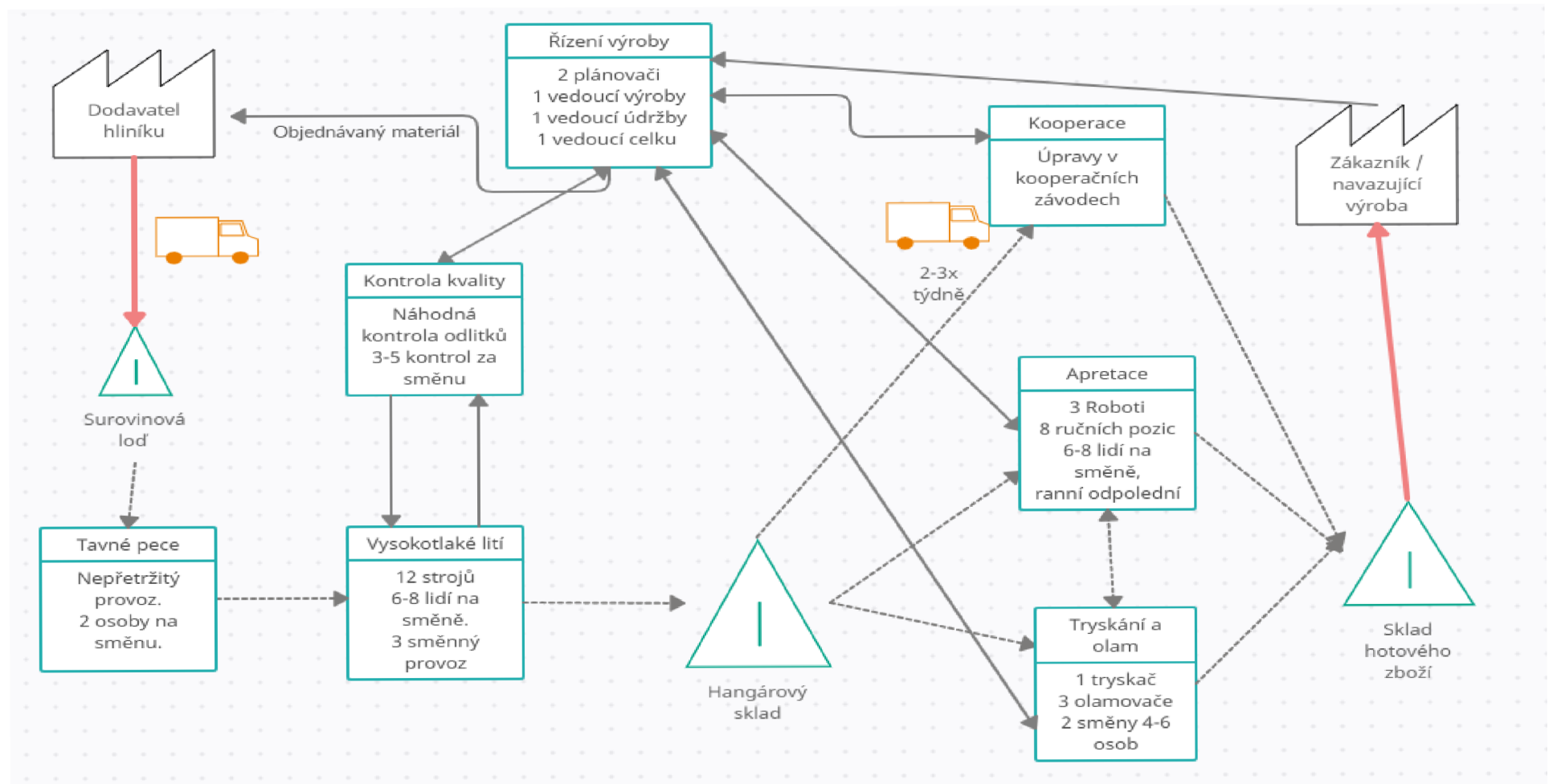
slouží také z velké části jako zásobník pro tryskání, které zajišťuje jeden stroj a stává se tak úzkým místem.

Produkty, jejich množství a určení opracování (olam, tryskání, apretace) určuje systém pomocí objednávek. Oddělení apretace, olam a tryskání jsou řízeny systémem papírkové formy (inspirovanou principem kanban). Papírky jsou tištěny ze systému. Jedno z oddělení tak pomocí zadávacích papírových zakázek nechá manipulanta navézt produkt pro úpravu podle požadavků. Každé oddělení disponuje malým zásobníkem dislokovaným v prostoru poblíž. Dále jsou zde opracované produkty manipulovány mezi jednotlivými částmi, které jsou blízko u sebe, za pomoci elektrických paletových vozíků na určená místa pro úpravu. V případě ukončení zakázky se opracovaný produkt převezve na předávací místo, odkud jej manipulant odveze na předávací místo pro distribuci nebo na sklad hotových výrobků, kde se vytváří pojistná zásoba pro případ výpadku výroby nebo neplánované zakázky.

Tryskání je metoda zpevnění hliníkových odlitků. Odlitek je vložen do tryskacího stroje, kde je ostřelován drobnými kovovými broky a tím dojde ke zpevnění povrchu odlitku. Apretace je metoda úpravy odlitku pomocí ručních nebo robotických brusek. Odlitky se obrušují od nerovností a zároveň prochází kontrolou kvality pohledem a případným dolepením drobných prasklinek speciálním lepidlem.

K hlavní části kontroly kvality dochází u vysokotlakého lití, kdy prvních několik kusů odlitých ve formě je zmetkových, než se forma nahřeje, následně dochází k odlívání dobrých kusů, které obsluha licích strojů kontroluje pohledem nebo poklepem. Nicméně kvalitář obchází jednotlivé licí stroje a odnáší si vždy několik odlitků pro hlubší průzkum. Odlitky podrobuje dokonce ultrazvukovému testování, při kterém se projeví i drobné mikropraskliny ve struktuře. Odlitky po vyhodnocení vrátí nebo je vyhodnotí jako zmetkové a upraví proces tlakového lití. Pokud forma vykazuje větší míru zmetkovosti, je nutné ji vyměnit a provést na ní údržbu, to zajišťuje oddělení údržby forem a seřizovači.

Níže uvedená mapa procesů VSM popisuje proces výroby pomocí piktografického znázornění, přičemž pevné nebarevné čáry označují informační tok, čárkované čáry označují pohyb pomocí manipulantů nebo elektrických paletových vozíků a barevné čáry označují toky materiálu od dodavatelů a k zákazníkovi.



Obr. 3.2 Mapa procesů VSM

Zdroj: Vlastní zpracování

3.2 První fáze

První fáze implementace principů štíhlosti se zaměřila převážně na tyto problémy:

1. Chaotické pracovní prostředí a chaotické uspořádání nástrojů
2. Dlouhá doba výměny licích forem a údržby strojů.
3. Hromadění zakázek pro apretaci.

K implikaci štíhlých metod je nutné přistupovat postupně, a proto se první fáze zaměřila převážně na jednotlivá pracoviště, nicméně celková koncepce dalších fází byla již nastíněna předem tak, aby nedošlo k rozporu pro budoucí změny. Hlavním měřicím kritériem byl čas na výměnu a údržbu forem i manipulaci s náradím. Každá metoda byla projednávána se zaměstnanci v duchu filozofie Kaizen, přičemž byla vynaložena nemalá snaha o komunikaci mezi zaměstnanci, vedením oddělení a vyšší managementem.

3.2.1 Zavedení metody 5S

Zavedení metody 5S mělo pozitivní dopad na průměrný čas produkce odlitku, zkrátil se čas potřebný k hledání náradí pro úpravy odlitku a zvýšilo se množství recyklovaného hliníku za pomoci lepšího označení a organizace odhozových kontejnerů. Při metodě 5S také došlo k barevnému označení stanovišť pro vstupní a výstupní místo, což značně napomohlo v orientaci a organizaci hotových zakázek. Dále došlo k označení míst pro uklidové prostředky a tříděný odpad, to napomohlo větší uklizenosti a zvýšilo poměr třízení odpadu ve firmě o 50 %, tím se snížil dopad na životní prostředí. Byl zároveň vytvořen auditní standard pro stabilní kontrolu dodržování 5S.

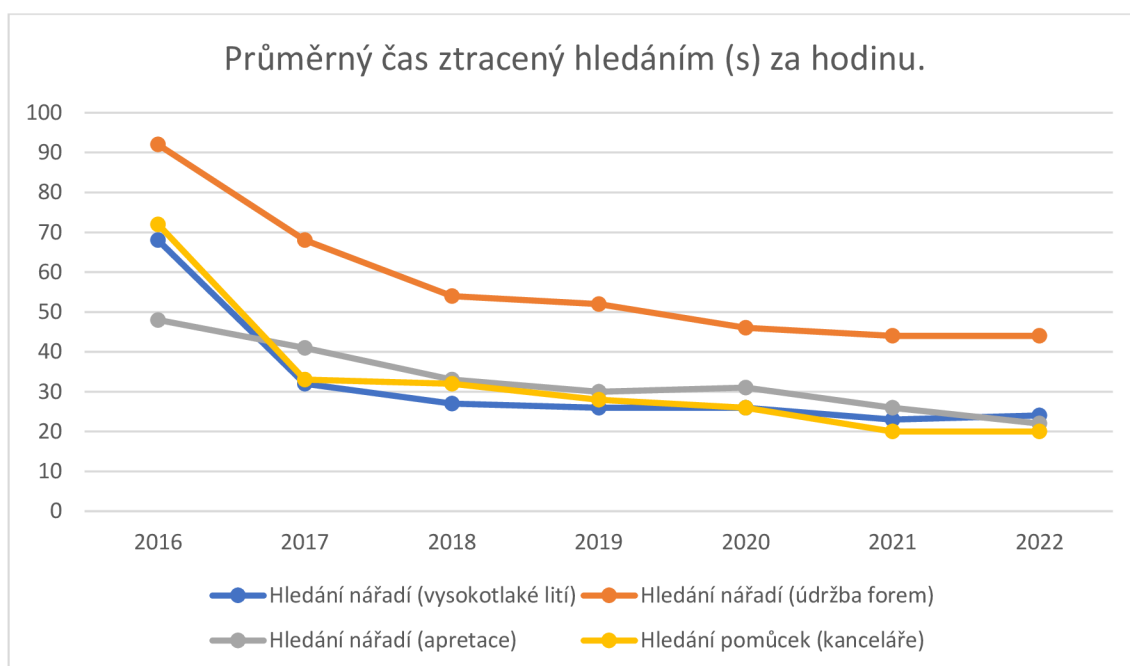
V průběhu období od roku 2017 až 2022 docházelo k opakovaným auditům a zlepšováním zavedené metody napříč celým oddělením, došlo také ke standardizaci pracovních míst v kancelářích, uspořádání kanceláří a vybavení tak aby, nedocházelo ke zbytečnému hledání. V rámci zavedení byla také celá hala označena bezpečnostními cedulemi a proběhl hloubkový audit bezpečnosti práce. Celá hala byla osazena zrcadly pro bezpečný pohyb v prostorách, kudy jezdí vozíky, a byly vyznačeny bezpečné stezky. Proběhla instalace a standardizace rozmístění bezpečnostních pomůcek, jako jsou špunty do uší, ocelové špičky na boty nebo kožené zástěry. Tato opatření snížila úrazy o přibližně 20 %.

Tab. 3.1 Průměrné časy po zavedení metody 5S

Průměrný čas ztracený hledáním (s) za hodinu.	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Hledání nářadí (vysokotlaké lití)	68 s	32 s	27 s	26 s	26 s	23 s	24 s
Hledání nářadí (údržba forem)	92 s	68 s	54 s	52 s	46 s	44 s	44 s
Hledání nářadí (apretace)	48 s	41 s	33 s	30 s	31 s	26 s	22 s
Hledání pomůcek (kanceláře)	72 s	33 s	32 s	28 s	26 s	20 s	20 s
Čas strávený úklidem pracoviště na konci směny.	420 s	350 s	300 s	290 s	633 s	720 s	682 s

Zdroj: Vlastní zpracování (poskytnutá data a vlastní měření)

Data byla zaznamenána pomocí monitorovacího systému nebo osobním měřením, počáteční čas byl vymezen ukončením pracovní činnosti, opětovným návratem byl čas opět zastaven a měření probíhalo vždy v hodinovém intervalu. Celé je průměrem zahrnujícím náhodná období roku, náhodné osoby a náhodnou denní dobu. Zvýšený čas úklidu v rocích 2020 až 2022 způsobila pandemie COVID-19. Rok 2016 byl referenčním rokem před zavedením 5S.



Graf 3.1 Průměrné časy po zavedení metody 5S.

Zdroj: Vlastní zpracování

Jak je patrné z grafu, čas strávený hledáním náradí nebo pomůcek se po zavedení 5S výrazně snížil a dále pokračoval v sestupné tendenci za pomoci pravidelných auditů. Z grafu byla vyřazena doba pro úklid, aby nedošlo ke zkreslení měřítka grafu, nicméně na době úklidu je patrný dopad pandemie a zvýšený nárok na úklid.

3.2.2 Systém SMED

Po zavedení 5S se pozornost zaměřila na dlouhé doby při výměně licí formy a údržby strojů. V této problematice právě výměna licích forem zabírala největší dobu prostojů ve výrobě. Samotné poruchy a závady nejsou časté, změna formy pro lití probíhá vždy při přechodu na jinou zakázku lití nebo když forma začne vykazovat velkou zmetkovost. Vzhledem k tomu, že je k dispozici 12 strojů – 8 pro střední a malé odlitky, 4 pro velké odlitky, k výměně formy na jednom stroji dochází v průměru jednou za 32 hodin. Nicméně i údržba a servis ostatních strojů vykazovaly velké časové rozptyly. Během zjišťování důvodu dlouhých časů servisu strojů a výměny forem byla použita metoda 5krát proč:

- Proč výměna formy a údržba trvají tak dlouho? – Údržbáři a seřizovači nemají dost času.
- Proč údržbáři a seřizovači nemají dost času? – Protože musí hodně přecházet mezi dílnou a pracovištěm.
- Proč musí hodně přecházet mezi dílnou a pracovištěm? – Protože jim chybí náradí nebo si ho zapomenou vzít.
- Proč jim chybí náradí nebo si ho zapomenou vzít? – Jelikož předem neví, ke kterému stroji jdou.
- Proč předem neví, ke kterému stroji jdou, a mají to daleko na dílnu? – Jelikož je dílna daleko na druhé straně haly a nejsou zavedeny standardy pro opravy a výměnu forem.

Na základě této metody tak došlo ke zjištění nedostatečného informačního toku, dlouhých tras mezi dílnou a stroji, nedostatečné standardizace a neefektivního využívání času. Padlo tedy rozhodnutí zavést metodu SMED pro výměnu forem a údržbu strojů. Také došlo k návrhu upravení pozice údržbářské a seřizovací dílny tak, aby se nacházela blíže ke strojům. Zavedení metody zdatelně napomohlo výrazně snížit časy v obou případech, byla provedena standardizace pomůcek potřebných pro výměnu a zavedena další opatření v duchu metody SMED.

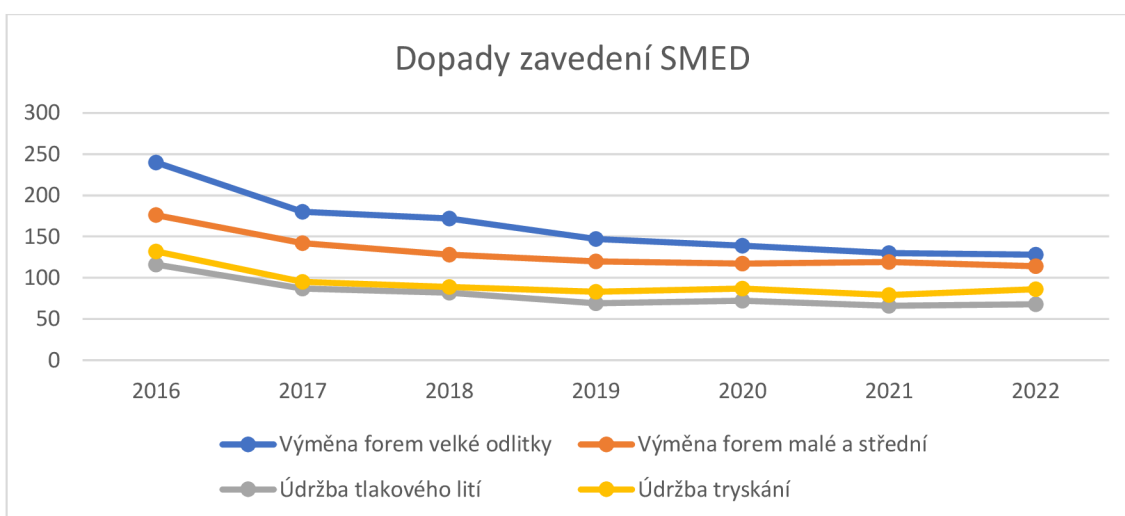
Tab. 3.2 Průměrné časy údržby a výměny forem.

Průměrné časy údržby a výměny forem (minuty)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Výměna forem velké odlitky	240 m	180 m	172 m	147 m	139 m	130 m	128 m
Výměna forem malé a střední	176 m	142 m	128 m	120 m	117 m	119 m	114 m
Údržba tlakové lití	116 m	87 m	82 m	69 m	72 m	66 m	68 m
Údržba tryskání	132 m	95 m	89 m	83 m	87 m	79 m	86 m

Zdroj: Vlastní zpracování (poskytnutá data a vlastní měření)

Měření probíhalo za pomoci systému, který řídí výrobu a plánování. V systému byly zadány vždy typ výpadku ve výrobě a jeho důvod. Rok 2016 je zde zaveden znovu pro možnosti srovnání časového dopadu zavedení metody SMED a postupného zlepšování a zdokonalování. Během tohoto období došlo také k pořízení nového nářadí a implementace moderních nástrojů pro údržbu a výměnu forem.

Systém SMED pomohl standardizovat a upřesnit přesně nářadí a pomůcky, které jsou potřeba pro daný úkol. Systém také určil, které činnosti je možné provádět před tím, než je stroj mimo provoz, kolik je potřeba lidí a na jak dlouho dojde k odstavení stroje z provozu. Za pomoci spojení s počítačovým systémem, který byl rozšířen o nástroje SMED, je tak možné provádět údržbu pravidelně v méně vytížená období nebo při plánovaných odstávkách. Pravidelná údržba tak zamezuje poruchovosti strojů.



Graf 3.2 Průměrné časy údržby a výměny forem.

Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu je opět patrný dopad zavedení metody SMED na výměnu forem a údržbu strojů. Po zavedení v roce 2017 se čas znatelně snížil a dále klesá tím, jak se zavedené metody více sžívají a zlepšují. Ušetřený čas má nezměrný dopad na výrobu a umožňuje flexibilněji reagovat na měnící se poptávku. Zásadně také snížila dobu potřebnou pro údržbu strojů a případné odstranění závad.

3.2.3 Hromadění zakázek pro apretaci

V první fázi bylo vyhodnoceno úzké místo v podobě oddělení apretace, kde se hromadily zakázky pro zpracování, i když část apretace je outsourcovaná v kooperačním závodu. Důvod hromadění zakázek byl identifikován jako nedostatek pracovní síly. I když zavedení metody 5S a SMED napomohlo ke zrychlení zpracování zakázek i na oddělení apretace, stále se vytvářela zásoba, která se hromadila v hangárovém skladu. Kapacity kooperačního zpracování byly také zaplněny, kromě toho by zvýšená potřeba transportu mezi kooperací a výrobou zvedla náklady na přepravu.

Metodou brainstormingu a ve filozofii automatizace a digitalizace padlo rozhodnutí zavést robotická apretační zařízení a pomocí jednoduché SWOT analýzy proběhlo vyhodnocení možných přínosů a rizik.

Tab. 3.3 SWOT analýza robotických zařízení.

<p>Silné stránky:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automatické opracování • 1 osoba na 3 stroje • Větší kapacita práce • Kompatibilita se systémem • Malá chybovost 	<p>Slabé stránky:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pomalejší procesní čas než u ruční apretace o 34 % • Možnost závad • Zvýšené náklady na údržbu • Malá flexibilita • Nutnost měnit program a nástroje
<p>Příležitosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integrace systému • Kompatibilita s automatizačním plánem • 50 % zakázek je jednoho typu 	<p>Hrozby:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nedostatek náhradních dílů • Závislost na externím servisu

Zdroj: Vlastní zpracování

Po analýze došlo k jednoduchému rozhodnutí, a to využít velké množství zakázek jednoho typu k nastavení automatické apretační komory na jednu zakázku, kterou lze kompletně přesměřovat pouze do těchto komor. Tím se odstranila nutnost výměn nástrojů a úprav v programu. Ačkoli je to pomalejší proces, není tak náročný na personální obsazení a také nemění svoji výkonnost práce. Za celou dobu užívání od roku 2017 po rok 2022 došlo pouze ke dvěma drobným závadám.

3.2.4 Závěr první fáze

První fáze byla úspěšně uzavřena v roce 2018 zavedením metody 5S, systému SMED a pořízením automatizačních prvků do výroby. V celkovém důsledku došlo ke zkrácení servisních časů, snížení plýtvání v rámci hledání nástrojů za pomoci lepší organizovanosti a přehlednosti uspořádání. Zkrácení a zefektivnění některých pracovních procesů má přímý dopad na celkovou produkční dobu. Pořízení automatizovaných prvků výroby se také shodovalo s dlouhodobým plánem automatizace výroby. Nicméně za nejvýznamnější změnu lze považovat úpravu layoutu výroby do podoby, která je k vidění na plánu výše, čímž došlo ke zkrácení nebo v některých případech odstranění zbytečných tras a pohybů.

3.3 Druhá fáze

Druhá fáze zavádění metod opírajících se o štíhlou výrobu se zaměřila na tyto problémy:

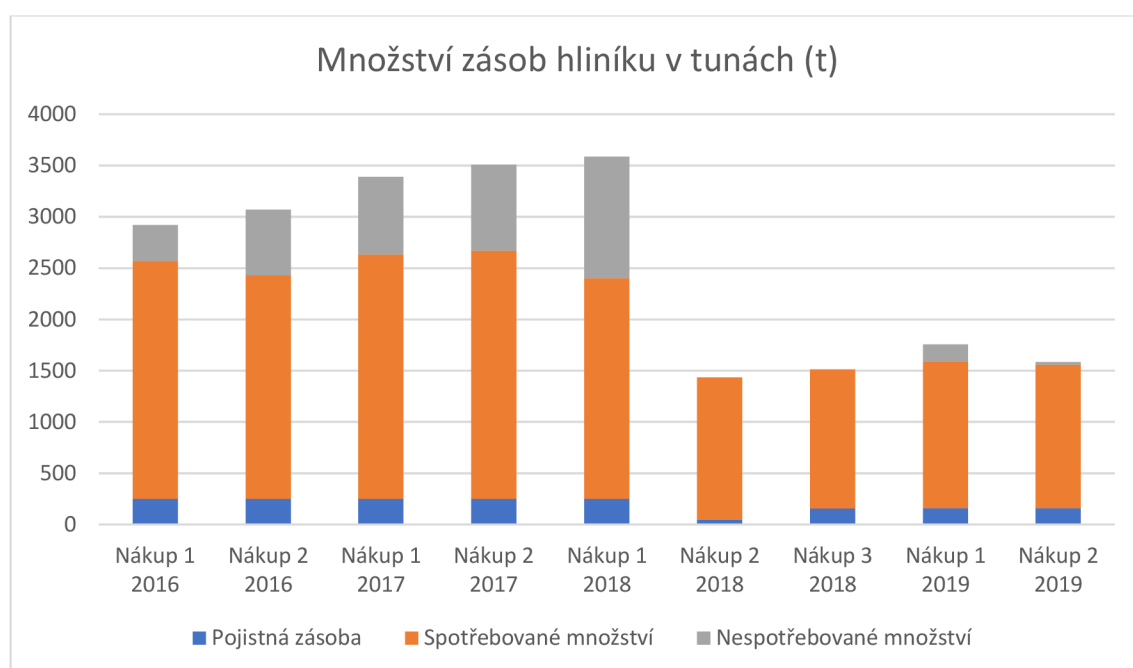
- Přílišná zásoba tavného materiálu.
- Dlouhá doba pro zpracování zakázek putujících od zákazníka.
- Malá provázanost informačního toku řízení a výroby.

Zaměření druhé fáze změn je spíše integračního charakteru a opírá se o moderní technologie a propojení s využitím integrovaného informačního systému. Velká část zaváděných změn byla závislá na úspěšném dokončení první fáze a staví na jejích základech. Celá druhá fáze probíhala v období 2018–2020.

3.3.1 Přílišné zásoby tavného materiálu a JIT

Jedním z identifikovaných druhů plýtvání bylo hromadění zásob tavného materiálu. To bylo způsobeno nastavením dosavadního systému, který byl odvozen od maximálního množství výrobní kapacity za půlroční období, a evidence objemu tavného materiálu probíhala papírovou metodou. Konkrétně, když tavič odebral paletu ze skladu surovin,

vzal z ní papír podobný kanbanové kartě, která obsahovala příslušné informace o množství, šarži a další, nicméně vzhledem k povaze pracoviště často docházelo ke ztrátě karty nebo jejímu poškození. Plánovač proto neměl skutečný přehled o spotřebovaném množství hliníku. Jedním z dopadů hromadění zásob hliníku je mimo vázání kapitálu také oxidace hliníku na vzduchu, hliník tak ztrácí svoji kvalitu a dochází k větší zmetkovosti odlitků. Nákupní odhad se řídil pomocí kapacitního plánování, tedy pravidelně stejné množství. Objem byl vypočítán z maximální výrobní kapacity. Taková metoda je však velmi neefektivní a neflexibilní, nebere v úvahu reálnou poptávku ani výpadky. Dále s aplikací metody 5S došlo ke zvýšení množství přetaveného hliníku z recyklace z cca 37/65 (recyklát/nový) na cca 40/60 (recyklát/nový).



Graf 3.3 Úrovně zásob

Zdroj: Vlastní zpracování (poskytnutá data)

Zavedení systému JIT proběhlo v druhé polovině roku 2018, kdy se přešlo z pravidelného půlročního nákupu o dávce 2500 t na variabilní nákup na základě předpokládané poptávky v tříměsíčním období. Ve druhém nákupním období roku 2018 se tedy pouze využily veškeré nashromážděné zásoby, dokonce došlo i k výraznému zásahu do pojistné zásoby. V rámci JIT se také upravily pojistné hladiny z 250 t na 160 t. Dále graf ukazuje malý zásah do pojistné zásoby v třetím nákupním období roku 2018. Drobný nárůst nevyužitého tavného materiálu na začátku roku 2019 byl opět snížen v dalším nákupním období. K přesnějšímu řízení nákupních zásob také napomohla níže zavedená opatření.

V momentě, kdy se vyřadila papírová metoda a nahradila ji čtečka s tabletem, prostřednictvím které tavič načte čárový kód na paletě s hliníkem. Tím pádem je ihned do systému zaevidováno, jaká šarže a v jakém množství byla odebrána. Problém s oxidací hliníku byl vyřešen pomocí rozdělení skladu surovin na úseky, ty se odebírají postupně podle plánu, čímž dochází k cirkulaci zásob.

3.3.2 Zpracování objednávek přímou metodou

I když se nejedná zcela o problém týkající se pouze oddělení slévárny, vyvstal tento podnět právě z tohoto oddělení, jelikož je slévárna první výrobní úsek při přijetí nové zakázky a určuje tak tempo navazující výroby. Její pozice ve výrobním řetězci je nenahraditelná, technologicky složitá a lze jen velmi těžko outsourcovat. Případné možnosti outsourcování by přinesly zvýšené přepravní náklady, a vzhledem k již zavedené technologii o vysoké kvalitě vyšší náklady na opravy případných vad.

Naprostá většina objednávek pro výrobu je vnitřního charakteru a pochází přímo z mohelnického závodu, nicméně část objednávek pro slévárnu je vnitřního charakteru pro závody v Bulharsku. Plně externí zakázky se téměř nevyskytují a jejich hodnoty jsou zcela zanedbatelné. Avšak i zpracování pro interní zakázky vyžaduje procesní čas. Zakázky z kooperačního závodu v Bulharsku napříč časem rostly a v současné době tvoří téměř polovinu všech zakázek. Dřívější metodou zpracování nových zakázek byla metoda založená na toku informací od zákazníka přes oddělení zpracování zakázek, řízení výroby k samotné výrobě. Tedy zákazník objednal ku příkladu 10 000 elektromotorů vybrané osové výšky, oslovil oddělení zpracování zakázek, které mu potvrdilo možnost výroby a cenu. Zákazník zvážil nabídku, popřípadě odeslal objednávkový formulář zpět na oddělení, oddělení zpracování zakázek rozdělilo zakázku na nezbytné výrobní procesy a odeslalo výrobní formulář na jednotlivé výrobní úseky. Ty zařadily zakázku pro výrobu do pořadníku zakázek na základě objednávkového listu. Tato metoda zpracování byla příliš složitá vzhledem k tomu, že 90 % zakázek putuje od stejných pravidelných zákazníků. Mimo jiné přinášel zbytečné papírování a nedokázal prioritizovat a slučovat výrobu stejného typu. Celý objednávkový systém byl tedy zbytečně zdlouhavý, komplikovaný a prodlužoval procesní čas.

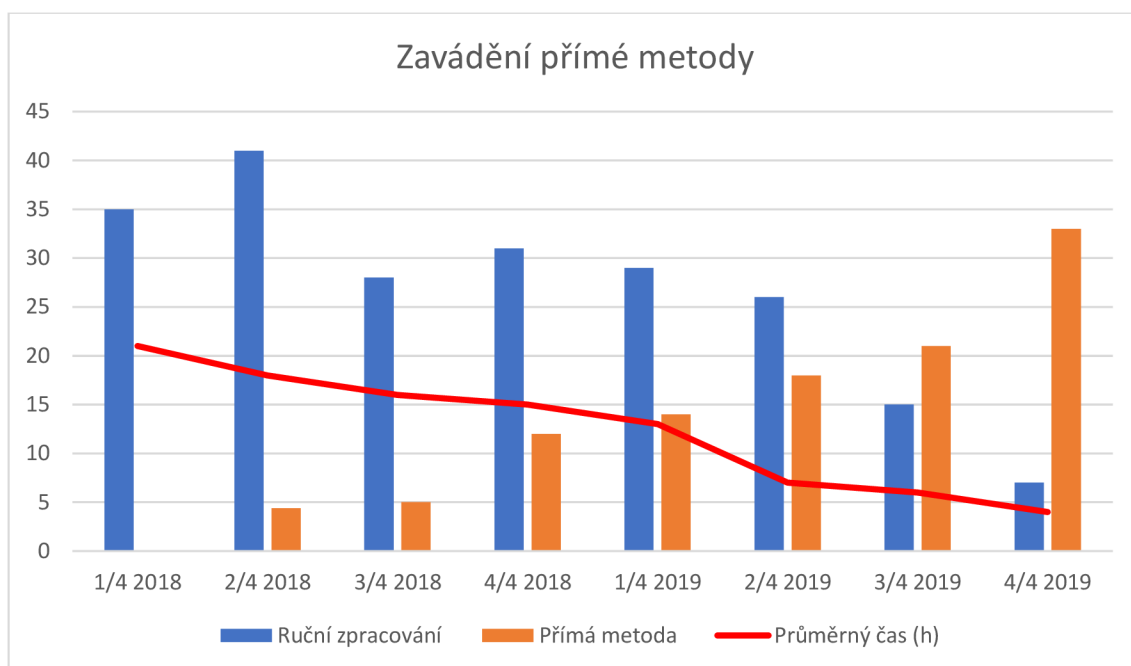
Řešení se naskytlo právě v rámci systému, který se opírá o principy JIT a spoléhá na moderní technologie, jejich provázanost. V souladu s budoucí vizí společnosti o integraci informačních systémů a zavedení automatizace byl vytvořen automatický zpracovatelský

system, jenž dokáže na základě vstupních dat a požadavků zákazníka sám vytvořit objednávkový a výrobní plán, prioritizovat zakázku a slučovat výrobu stejných dílců tak, aby nemuselo docházet ke zbytečné výměně výrobního postupu. System dokáže reagovat ve velmi krátkém časovém úseku a vhodně vložit zakázku do výrobního systému. Jako příklad může posloužit situace, kdy probíhající zakázka na výrobu 5000 dílů je právě v procesu výroby a jiný zákazník objedná 500 stejných dílů. Původní metodou by byla zakázka vložena do pořadí výroby, výroba by dokončila objednávku na 5000 dílů a došlo by k obměně výrobního procesu na jiný díl. Následně by se musel výrobní proces vrátit zpět na původní postup, aby bylo dokončeno zbylých 500 dílů. Nový system však automaticky sám zaznamená, že se jedná o požadavek na stejný díl, jehož výroba už probíhá, a přiřadí menší zakázku prioritně k probíhající, tím dokončí celý proces výroby bez nutnosti vracení se zpět na začátek procesu a zbytečných obměn.

Nový system také zahrnoval vytvoření objednávkových terminálů pro pravidelné zákazníky, který přeskakuje oddělení zakázek a spojuje zákazníka s výrobou. System je však stále moderován oddělením zakázek, nicméně v mnohem menší míře a spoustu zakázek zpracuje samostatně. Možnost flexibility, slučování zakázek a prioritizace přinesla velké úspory procesního času a progres zaznamenaly i reakce výroby na změny v poptávce.

Celý system zapadá do koncepce propojení výroby a moderní technologie tak, aby byl system řízení výroby flexibilnější, rychlejší a efektivnější. Již tento krok započal cestu směrem k Industry 4.0 a uplatnění AI ve výrobě. Veškerá data jsou uložena a archivována pro další použití. Plánovaná budoucnost společnosti je rozebrána a zmíněna níže v práci.

Tento system však přinesl i zvýšené náklady na zařízení a provoz. Nicméně uspořený čas a snížená potřeba lidského personálu napomohla vysoké návratnosti v podobě úspory času, snížení chybovosti a zvýšení efektivity.



Graf 3.4 Zpracování zakázek přímou metodou

Zdroj: Vlastní zpracování (poskytnutá data)

Graf ukazuje vývoj zavádění metody přímého objednávkového systému. Na grafu je zcela jasně patrný přínos tohoto systému ve vybraném časovém úseku, který je rozdělen na čtvrtletí. S rostoucím počtem objednávek zpracovaných přímou metodou klesá čas, za který se objednávka zavede do výrobního systému. V současné době je většina objednávek zpracována přímou metodou a systémy pro nákup, výrobu a expedici jsou propojeny. Ručním zpracováním prochází jen velmi malé množství atypických zakázek.

Zavedení systému přineslo snížené náklady na personál, sníženou chybovost, rychlejší zpracování, větší flexibilitu ve výrobě a ušetření procesního času. Tyto výhody jasně převážily pořizovací náklady na systém a zvýšené náklady na technologii. Mimo jiné systém zapadá do budoucí koncepce výroby.

3.3.3 Informační tok ve výrobě

Jedním z důležitých kritérií v řízení výroby je provázanost informačního toku mezi samotnou výrobou a jeho řízením. Úzké provázání umožňuje větší flexibilitu a kontrolu výrobního procesu. Užší provázanost však klade větší nároky na zaměstnance a systém řízení. Starší metody založené na papírové formě vyžadovaly od každého zaměstnance základní znalosti systému, aby mohl s dokumenty a papírovými štítky správně zacházet.

Původní forma Kanbanu založena na oběhu papírových štítků byla neefektivní a často docházelo ke ztrátě nebo poškození štítků.

S příchodem moderních technologií však klesly nároky na zaměstnance. V současné době jsou manipulační jednotky označovány čárovými kódy nebo QR kódy. Systém pak po naskenování čtečkou přesně ukáže, co se na jednotce nachází, v jakém množství, o jakou zakázku se jedná, popřípadě další informace.

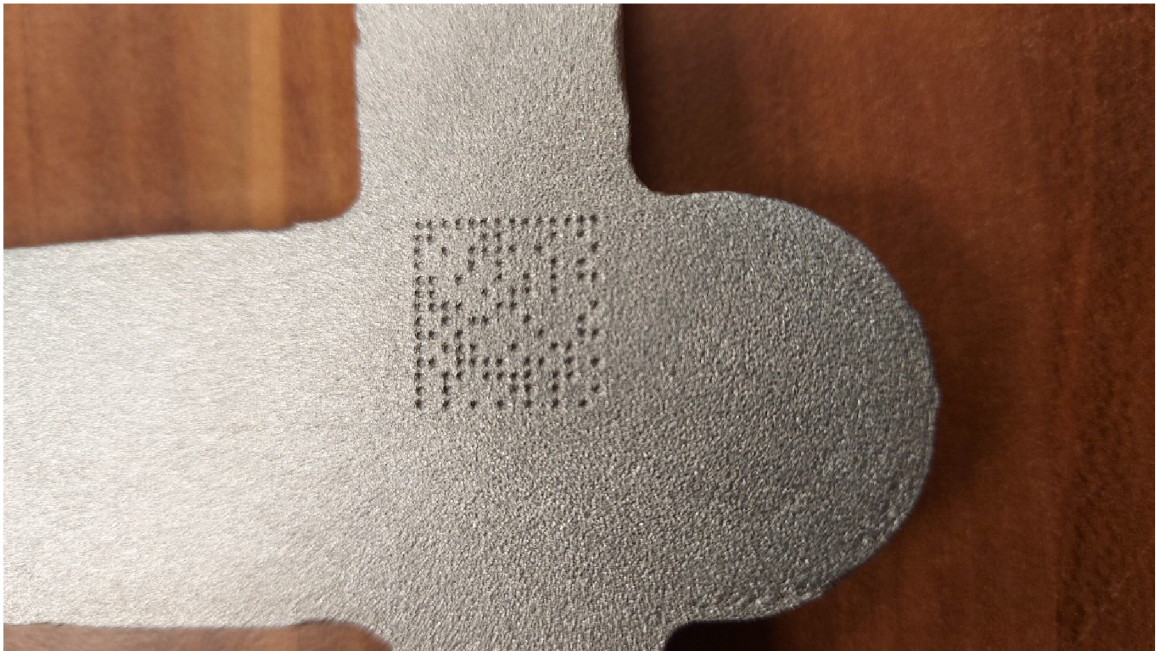
Implikace počítačového systému tak bylo logickým krokem při řešení slabého informačního toku ve výrobě. Bylo však nejdříve nutné vybavit každé stanoviště nebo skupinu stanovišť interaktivním terminálem a čtečkou. V případě licích strojů byl každý stroj vybaven vlastním terminálem, apretace, tavné pece a tryskání byly vybaveny po jednom terminálu jakožto skupina pracovišť.

Systémy ve výrobě jsou vzájemně propojeny – ve chvíli, kdy tavič odebere paletu tavného materiálu, pomocí čtečky odepíše materiál ze surovinové lodi. Pracovník ve vedení tak vidí, kolik tavného materiálu bylo odebráno. Již z toho se dá odhadnout přibližný konečný počet hotových odlitků, jedná se však o hrubý odhad. Obsluha licího stroje odlije plnou manipulační jednotku, přičemž během odlívání pomocí terminálu a zabudovaného počítadla je schopen určit zmetky. Po naplnění manipulační jednotky pomocí čtečky načte kovovou desku, na níž je vyražen kód, systém k tomuto kódu přiřadí počet kusů na manipulační jednotce, jejich druh a číslo zakázky. Vedoucí pracovník tak v systému vidí množství rozpracovaných kusů. Obsluha licích strojů díky systému také vidí, zda je manipulační jednotka určena pro další zpracování v závodu nebo k odeslání na kooperaci. V případě odeslání na kooperaci ji pracovník zapaletuje, tedy sváže páskou. Tak je manipulační jednotka připravena k odeslání a vedoucí pracovník eviduje její stav.

Na oddělení apretace a tryskání však společně s informačním systémem funguje papírová metoda. Vedoucí oddělení si z terminálu vytiskne zakázkový list podobný kanbanové kartě a vloží ho do košíku pro manipulanta, manipulant podle karty naváží odlitky k dalšímu opracování, přičemž po navezení obsluha pracoviště načte kód na přistavené jednotce a systém sám zaeviduje zakázku jako rozpracovanou. Po dokončení opracování podle požadavků opět vedoucí pracovník načte kód a zapaletuje manipulační jednotku. Je zde možnost upravit množství kusů na jednotce, pokud došlo k objevení zmetkového kusu nebo se nějak poškodil během opracování. Po zapaletování je jednotka postavena na odběrové místo pro manipulanta, odkud putuje do skladu hotového materiálu.

Tento zavedený systém umožnil větší přehlednost a kontrolu nad výrobou a vedení výroby dal nástroj, pomocí kterého dokážou efektivněji řídit celý proces. Systém taktéž umožňuje prioritizaci, slučování nebo změnu zakázek.

Zvláštností tohoto systému je provázanost se systémem pro kontrolu vad u výrobků. Systém totiž umožňuje číst kontrolní značky, které jsou vyraženy na výrobku, jenž prošel hlubší inspekci, a označují kvalitu šarže a formu, ze které odlitek pochází.



Obr. 3.3 Značka kontroly kvality

Zdroj: Vlastní zpracování

Zavedení systému nastínilo budoucí vývoj a směr, kterým se celá výroba bude ubírat. Systém byl navržen tak, aby byl do budoucna kompatibilní a dal se snadno přizpůsobovat měnícím se nárokům bez větších zásahů.

3.3.4 Závěr druhé fáze

Druhá fáze změn, které se opíraly o principy štihlosti, se zaměřila spíše na celkový systém a propojení informačních toků. Implikace těchto nových systémů v řízení zásob surovin, řízení výroby a zpracování objednávek výrazně napomohla zkrátit produkční čas a přivést klienta blíže k výrobě. Veškeré zavedené systémy jsou vzájemně kompatibilní a navrženy tak, aby nedocházelo ke zbytečným prodlevám. Propojení těchto systémů vložilo do rukou vedení výroby unikátní nástroj, díky kterému je možné sledovat a řídit komplexní toky v celém úseku. Zavedený systém také poskytl neuvěřitelné množství dat pro budoucí vývoj systému.

3.4 Třetí fáze

Třetí fáze je komplexní fáze, ve které již zavedené metody hrají velkou roli. Celá třetí fáze je více hloubková a zabývá se jen vnitřním prostředím samotné výroby. Zavádí také experimentální technologie pro výrobu a údržbu. Třetí fáze je nejrozsáhlejší, nejkompexnější a přinesla výrazný posun. Období pro implikaci těchto změn bylo zahájeno v roce 2020 a jeho ukončení se odhaduje na druhou polovinu roku 2022. Cílem těchto projektů bylo vyřešit následující druhy plýtvání:

- Neorganizované pohyby manipulantů.
- Neorganizovaný hangárový výrobní sklad.
- Neorganizovaný sklad hotových výrobků.
- Drahé nákupy plastových dílů.

3.4.1 Optimalizace pohybů manipulantů

Jedním z markantních druhů plýtvání je zbytečný pohyb a manipulace. Právě manipulantů na vysokozdvizných vozících jsou nejvíce vytiženi vnitřním pohybem, který není nijak konkrétně řízen, spoléhá na intuici a zkušenosti. Manipulanti si svou práci organizují sami, k dispozici jsou tři na dopolední, dva na odpolední a jeden na noční směně. Celkově jsou k dispozici čtyři elektrické vysokozdvizné vozíky do 1.5 t, jeden motorový pro údržbu forem s nosností do 4 t a jeden speciální pro taviče určený pouze k převozu roztaveného hliníku.

Manipulanti jsou sice částečně řízeni pomocí papírových karet z apretace nebo tryskání, podle kterých naváží materiál, kdy a v jakém pořadí je však čistě na nich. To samé platí pro svoz hotových zakázek směrem do skladu hotových výrobků, nebo svoz odlitků od vysokotlakých licích strojů. V případě svozu výrobků od licích strojů si obsluha strojů a manipulantů vytvořili druh komunikace, kdy obsluha při nutnosti odvozu palety jak s hotovými, tak zmetkovými kusy klepe kladivem na konstrukci stroje, tím vytváří zvukový signál, kterým přivolává manipulanta. Taková metoda však není zcela efektivní, zvuk se může ztratit ve výrobním hluku nebo se manipulant může nacházet mimo doslech. Obsluha licího stroje tak nemůže dále odlévat, jelikož nemá manipulační jednotku pro odkládání hotových odlitků, tím vzniká prostoj ve výrobě. To samé platí pro manipulanta, který musí sám aktivně vyhledávat manipulační jednotky k přemístění. Další nevýhodou takového systému je nutnost manipulanta si vždy ověřit, o jakou zakázku jde a kam přesně ji uložit. Místa vstupů a výstupů jsou u strojů označeny barevnou páskou.

Pro zavedení systému optimalizace pohybu manipulantů bylo nutné předchozí zavedení systému pro řízení výroby v podobě tabletů a informačního systému k nim připojeného. Dále pořízení přenosných tabletových zařízení se čtečkou a montáží pro uchycení do manipulačních vozíků. Po proškolení zaměstnanců na výrobních úsecích a proškolení manipulantů byl systém testován měsíc na odpoledních směnách, následně po osvědčení a drobných úpravách byl zaveden celoplošně.

Po zavedení byl patrný výrazný pokles prostojů, ztraceného času hledáním, nárůst efektivity práce a zvýšení aktivního využití času. V současné době, pokud obsluha licích strojů naplní manipulační jednotku, ať již hotovými či zmetkovými kusy, na tabletu, který má obsluha na dosah ruky, odklikne hotovou zakázku nebo plnou nádobu na odvoz. V případě hotové zakázky ji označí kovovou tabulkou s příslušným kódem. Systém automaticky rozpozná, o jakou zakázku jde, kolik kusů obsahuje, na jakém místě se nachází a kam je potřeba ji přemístit. Skrze systém a schopnost prioritizace zařadí požadavek na pořadník úkolů pro manipulanty. Manipulantovi na tabletu systém ukáže nutnost odvozu hotové manipulační jednotky, na jakém místě a u jakého stroje se manipulační jednotka nachází. Po dojetí na určené místo manipulant natáhne čtečku směrem ke kódu, který je na manipulační jednotce. Naskenovaná jednotka se zaznamená do systému a manipulantovi přesně napíše, kam ji má dále odvézt, nebo jaké další úkony má podniknout. Po dokončení zadaného úkolu manipulant stiskne na dotykové ploše značku dokončeno, systém mu automaticky přiřadí další úkol podle priority. Manipulant má možnost také zadat závadu nebo pauzu. Stejný princip je zaveden u apretačních a tryskacích zakázek. Dosavadní papírová metoda je nahrazena tímto propojením, po dokončení apretační zakázky vedoucí pracovník zadá ukončení do systému a odstaví hotovou manipulační jednotku na stanovené místo. Manipulant dostane úkol rovnou navést novou dávku k apretaci a odvézt předešlou. Tento systém umožňuje přesné trasování a efektivní pohyb, také nevyžaduje po manipulantovi neustálé sesedání z vozíku. V následující tabulce je jasně viditelná úspora času a efektivita řízení. Při předchozí metodě manipulant nestíhali a byli vytížení, po zavedení nové metody dochází dokonce ke krátkým prostojům.

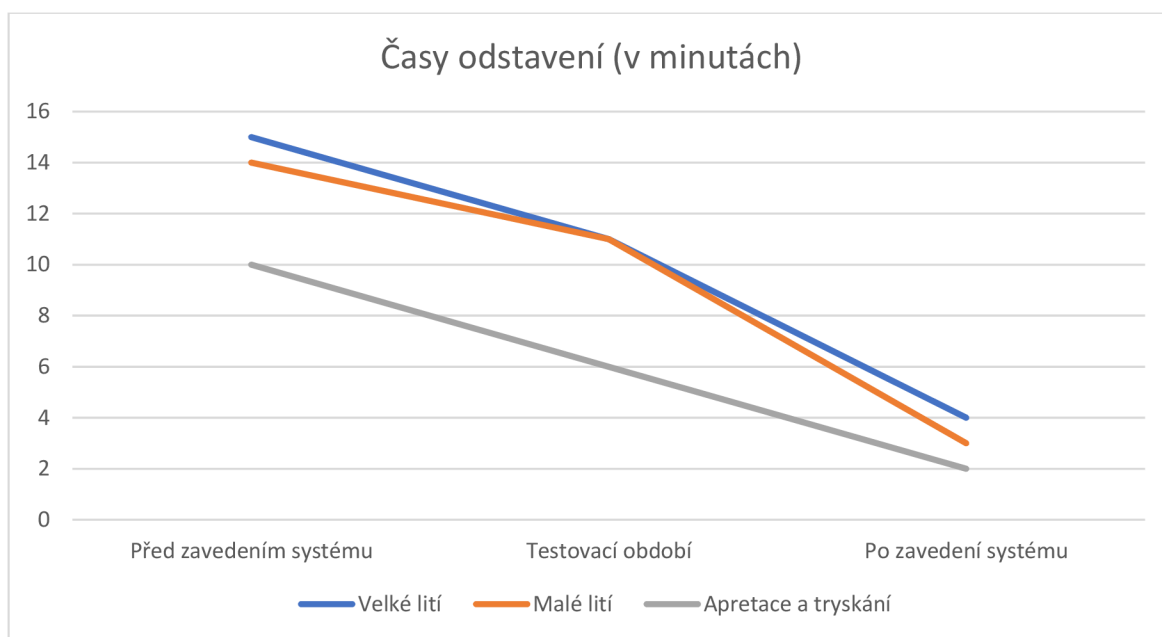
Tab. 3.4 Průměrné hodnoty trasování za měsíc

	Před zavedením systému		Testovací měsíc		Měsíc v provozu	
	Průměr m	Počet úkolů	Průměr m	Počet úkolů	Průměr m	Počet úkolů
Manipulant 1	21652	163	22652	171	19123	182
Manipulant 2	23218	151	23816	145	18812	169
Manipulant 3	19936	171	20423	166	17781	188
Manipulant 4	24528	165	21741	186	19685	182
Manipulant 5	23397	176	21123	189	20178	186
Manipulant 6	17218	132	18809	142	15967	161

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka ukazuje průměrné hodnoty za směnu v měsíčních intervalech. Bíle vyplněná pole ukazují hodnoty, kde nebyl zaveden systém pro optimalizaci pohybů, a zelená pole tabulky hlásí, kde tento systém zaveden byl. U zelených polí si můžeme jasně povšimnout poklesu ujeté vzdálenosti za směnu při mírném nárůstu úspěšně dokončených úkolů. Vnímáme tedy jasně kladné dopady zavedení systému, efektivní pohyb manipulantů zvýšil plynulost výroby a snížil celkový procesní čas. Měření bylo prováděno pomocí trasovacího programu a záznamového zařízení.

Druhým měřeným kritériem byla doba, po kterou byla manipulační jednotka připravená pro odvoz, ale výrobní stroj nebo úsek vytvářel prostoje. To převážně platilo u licích strojů, které nemohou pokračovat ve výrobě, dokud nedojde k odvezení plné manipulační jednotky. U apretace a tryskání je úsek schopen zpracovávat další zakázku, avšak i zde dochází ke zbytečnému hromadění, což ztěžuje pohyb pracovníků a materiálů po prostoru pracoviště. Měření probíhalo pomocí pozorování a monitorovacího systému, časomíru spustilo dokončení manipulační jednotky a odstavení ji na místo pro vyzvednutí, ukončena byla převzetím manipulační jednotky manipulantem. Měření probíhalo měsíc před zavedením systému, během testování, měsíc po zavedení systému a opět určuje průměrné doby.



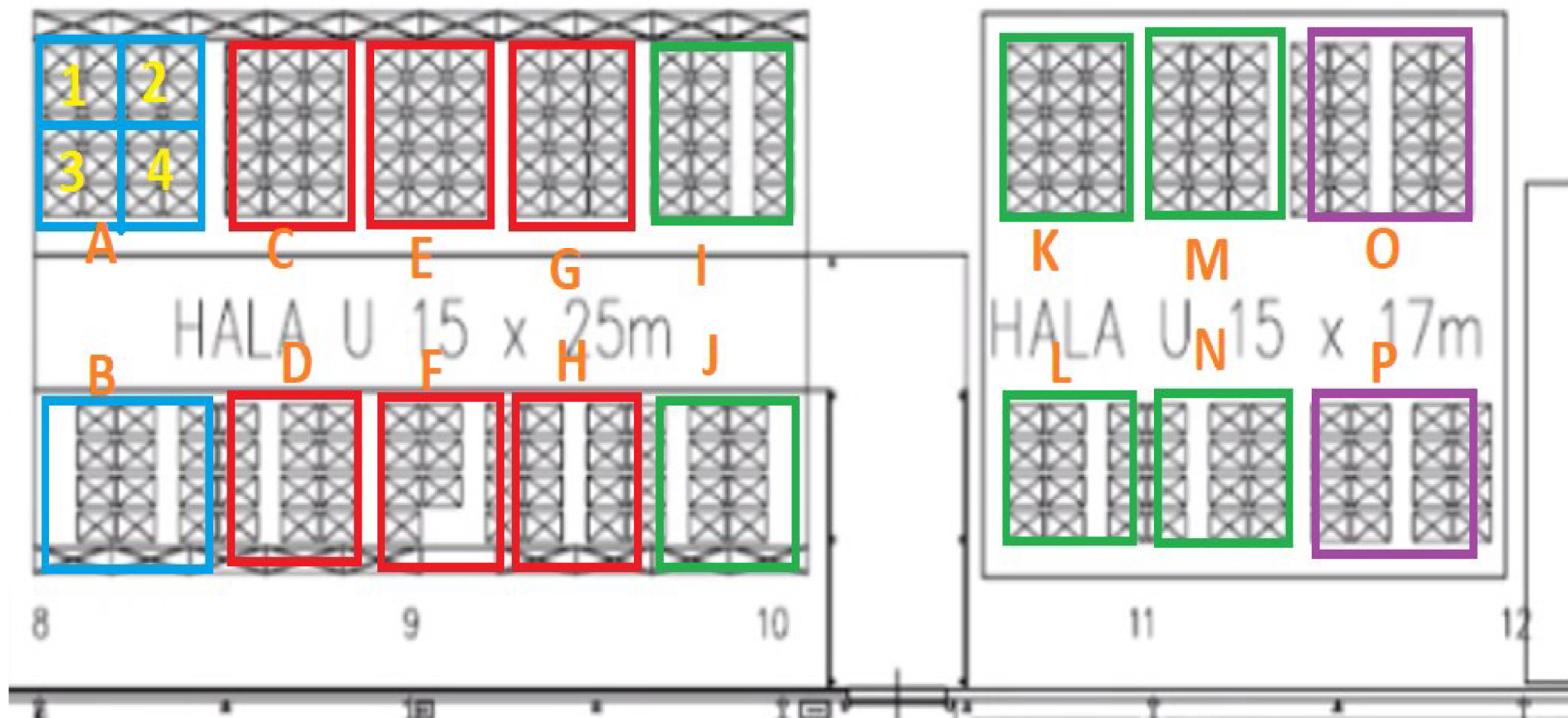
Graf. 3.5 Průměrné časy odstavení manipulační jednotky

Zdroj: Vlastní zpracování

Měření probíhalo na úseku vysokotlakého lití a úseku apretace a tryskání, přičemž úsek lití byl rozdělen na stroje s velkými a stroje s malými licími formami. Z grafu je patrný pokles časů již během testovacího měsíce, po otestování úprav a plného zavedení časy klesly mnohem více a tím se potvrdila správnost zavedení systému. Přínosy tohoto systému jsou nepopíratelné a výrazně ovlivnily celkový procesní čas pro výrobu. Také bylo omezeno plýtvání v podobě zbytečného pohybu a čekání na úkoly.

3.4.2 Organizace venkovního skladového prostoru

Venkovní hangárový sklad, slouží jako zásobník pro apretaci a tryskání, jako mezisklad pro kooperaci, odkud se zakázky vydávají i přijímají pro další opracování, které kooperace nebyla schopna zabezpečit. Venkovní hangárový sklad je propojen s budovou skrze krátký tunel a z jedné strany je otevřen pro přístup zvenčí. Celý sklad je rozdělen zúžením na pravou a levou stranu. Ještě před zaměřením se na tento problém si manipulanti sami rozdělili sklad na polovinu pro kostry a druhou pro ostatní drobné odlitky (štíty, rozvodné krabičky a krytky), nicméně organizovanost tohoto skladu spadala do kompetence manipulantů a nebyla nijak organizovaná. Rozmísťování palet nebo jiných manipulačních jednotek bylo náhodné, a následné hledání zabíralo zbytečný čas a prodlužovalo dobu potřebnou ke zpracování zakázek.



Obr. 3.4 Organizace skladového prostoru

Zdroj: Vlastní zpracování

Souběžně se systémem optimalizace pohybů manipulantů bylo zaváděno organizační uspořádání venkovního hangárového skladu. Sklad byl účelně rozdělen do šestnácti zón označených písmeny v abecedním pořádku. Každá zóna se následně rozdělila na sekce 1-4, tím se docílilo systematického a přehledného uspořádání tohoto prostoru. Zóny a jejich uspořádání mají také svůj logický účel. Na obrázku modře označené plochy sloužily jako výdejní a příjmové pozice směrem ke kooperaci a následně z ní, nacházely se co nejbližší vratům skladu. Na obrázku červeně označená místa sloužila pro sklad drobných odlitků. Právě drobné odlitky nejčastěji putují na kooperaci, proto se nachází poblíže modrých ploch. Zeleně zvýrazněné zóny jsou určeny ke skladování koster. Fialově označené zóny jsou určeny pro ostatní výrobky nebo jako vyrovnávací prostor, kdyby došlo k naplnění jiné kapacity.

Toto uspořádání je také zavedeno ve vnitřním systému pro monitorování a řízení výroby. Systém díky tomu dokáže monitorovat množství zakázek a kde přesně se nacházejí. Příkladem je opět manipulační jednotka, která byla označena kódem a odražena u vysokotlakého lití. Manipulant tím dostane signál odvézt jednotku z výstupního místa, přijede k manipulační jednotce, načte kód na tabulce a systém přesně uvede, kam má jednotku převést, jak s ní má nakládat – ku příkladu „Uskladnit na pozici E3“, jakmile manipulant na tuto pozici jednotku uskladní, označí úkon jako hotový, odjíždí plnit další úkol. Systém tak přesně ví, kde se manipulační jednotka nachází, kolik je na ní kusů a co přesně je na jednotce uskladněno. Funguje i obráceně, např. oddělení apretace dokončí zakázku, manipulantovi systém opět určí úkol dovézt manipulační jednotku z hangárového skladu. Tato jednotka se nachází na pozici E3, manipulant se tedy vydá do hangárového skladu a přesně ví, kde má jednotku hledat, načte kód na jednotce, systém potvrdí, že se skutečně jedná o požadovanou jednotku, a následně určí, kam přesně ji má dovézt a odložit.

Tento systém tak slouží ke zpřesnění a organizaci uskladnění v hangárovém skladu a je opět zasazen do celkové budoucí koncepce vývoje opírající se o principy štihlosti, automatizační a digitalizační koncepty.

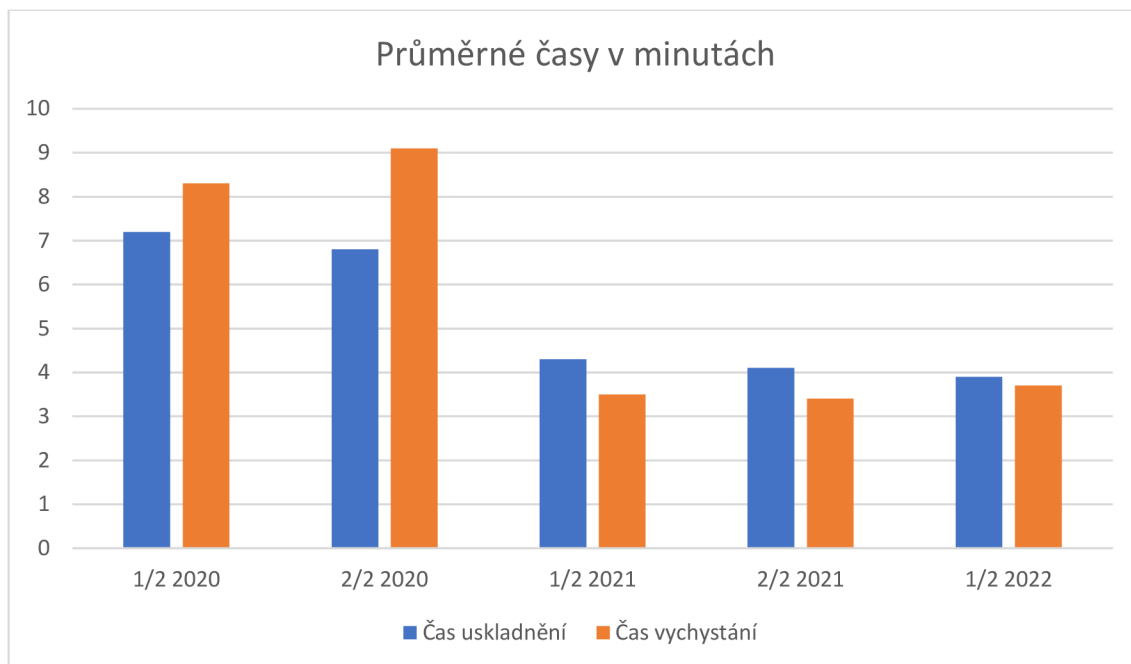
3.4.3 Adresovaný sklad hotových výrobků

Sklad hotových výrobků je na rozdíl od hangárového skladu umístěn uvnitř výrobní haly v oddělené části, nabízelo se tedy podobné řešení jakožto u hangárového skladu, nicméně venkovní hangárový sklad má výšku maximálně pět metrů a umožňuje na sebe skládání

pouze do výše tří palet, což je omezeno jak výškou skladu, tak maximální výškou vozíku a bezpečnostními předpisy. Vnitřní sklad má však výšku od podlahy ke stropní konstrukci deset metrů a téměř dvojnásobnou plochu. Další rozdíl je také v obrátkovosti zásob, v hangárovém skladu se provádí rotace a většinou v rámci týdne je celý sklad obměněn. Sklad hotových výrobků slouží také jako sklad pojistné zásoby pro navazující provoz výroby, čímž je způsobena vcelku pomalejší obrátkovost zásob. Systém uložení byl donedávna opět na manipulantech a opíral se o jejich zkušenosti a znalosti, přičemž byla snaha zásoby s nízkou obrátkovostí umístit dále od vstupních vrat. I přes snahu nějaké organizovanosti docházelo často ke hledání požadované manipulační jednotky.

V rámci budoucího plánování automatizace a digitalizace padlo rozhodnutí o instalaci regálových skladovacích prostor a zavedení skladovacího systému k nim určeného. Tento systém je charakteristický svým uspořádáním do výšky. Regály jsou rozdělené do buněk, přičemž jedna buňka uskladní pouze jednu manipulační jednotku. Každý z regálů má kapacitu 6x25, je tedy šest buněk vysoký a 25 buněk dlouhý. Celková kapacita regálu činí 150 jednotek a do prostoru byly nainstalovány tři tyto regály. Systém pro tento sklad je však částečně oddělen. Má vlastní terminál a vyžaduje speciální manipulační vozík s kamerovým systémem a zvýšenou maximální dosažitelnou výškou pro uskladnění do vyšších pozic.

Proces je jednoduchý, manipulát doveze do skladu paletovanou manipulační jednotku, načte kód pomocí terminálu ve skladu, terminál jednotce určí regál a pozici v něm (ku příkladu B16), manipulát přesejde do speciálního manipulačního vozíku a nabere jednotku. Tento vozík je opatřen schématem regálu, které znázorňuje pozici buňky, a zároveň nad samotnou buňkou se rozsvítí zeleně zabudované světlo, které indikuje pozici. Manipulát zaskladní jednotku do této buňky a označí úkol jako splněný. Systém tak eviduje, co a kde se přesně nachází. V systému je také zaevidováno, která zásoba má jakou obrátkovost, dle čeho určuje pozici a regál. Ty s nejnižší obrátkovostí se nacházejí nejdále od vstupu. Nevýhodou jsou větší nároky na systémy, vyšší pořizovací hodnota a nutnost menších stavebních úprav. Na druhou stranu výhody převažují, zejména se jedná o organizovanost, přesné monitorování stavu zásob a rychlejší hledání a vychystávání zakázek. Opět zavedení systému koreluje s budoucími plány na implikaci Industry 4.0



Graf. 3.6 Dopady adresovaného skladu

Zdroj: Vlastní zpracování

Graf znázorňuje průměrné časy uskladnění a vychystávání manipulačních jednotek ve skladu hotových zakázek. Je z něj jasně patrný přechod na adresovaný sklad. Díky výraznému snížení těchto časů může manipulát splnit více úkolů, což napomáhá lepší plynulosti a efektivitě provozu.

3.4.4 Náklady na plastové dílce a 3D tisk

Proces výroby vyžaduje velké množství náhradních dílů, čímž jsou zvyšované náklady na údržbu a tím i celkové náklady na výrobu. V případě mnou zvoleného celku je poměrná část dílů plastová. Jedná se ku příkladu o trysky u tryskače, krytky, záslepky atd. Ročně nastane požadavek na nákup těchto drobných plastových dílů v rozmezí 300–350 kusů. Přičemž cena těchto dílů se pohybuje okolo 200,- Kč/kus. Nákupy těchto dílů od dodavatelů s sebou přinášejí také zbytečné vyřízení systému a plýtvání časem zaměstnanců.

Jasným řešením v tomto případě se jeví být výroba vlastních plastových dílů pomocí 3D tiskárny. Technologie 3D tisku plastů je již velmi rozvinutou technologií a přináší možnost výroby nepřeberného množství produktů z velkého výběru různých typu plastů.

Variabilita závisí na výběru 3D tiskárny. Technologie návrhu modelů pro tisk je velmi podobná programování CNC strojů, tedy personál je schopen v krátkém čase vytvářet své vlastní modely. Vzhledem k tomu, že investice má velký potenciál návratnosti, byla pořízena lépe vybavená tiskárna s posuvným spodním pásem a větším kapacitním zásobníkem pro plastový drát, který se využívá k tisku. Možno vložit více různých drátů najednou pro odlišení dílů. Tuto tiskárnu lze napojit na systém, jenž umožní spuštění na dálku pomocí programu a určení, jaké dílce a v jakém množství vyrábět. Dílce pak díky pásovému podkladu samostatně padají do zásobníku, 3D tiskárna tak nevyžaduje přítomnost obsluhy po dobu práce.

Návratnost investice za pořízení 3D tiskárny a materiálu byla spočítána na 11 měsíců provozu, následně budou náklady okolo 20,- Kč/kus. Navíc těmito plastovými díly je možno zásobovat i navazující výrobu bez sebemenších obtíží.



Obr. 3.5 Plastová tryska vyrobena pomocí 3D tisku

Zdroj: Vlastní zpracování

3.4.5 Závěr třetí fáze

Třetí fáze implikování metod opírajících se o principy štíhlosti proběhla úspěšně a zavedené systémy se osvědčily v praxi. Fáze byla spíše zaměřena na integraci nových

systemů, aplikaci moderních technologií a optimalizaci. Ačkoli se jednalo o změny s vysokou vstupní investicí, návratnost v podobě zkrácení procesních časů, zefektivnění produkce a zamezení plýtvání obhájila nutnost těchto investic. Zvýšila se plynulost provozu a díky novým skladovacím systémům přehlednost v rozpracovaných zakázkách.

3.5 Čtvrtá fáze

Čtvrtá fáze implikace změn v rámci projektu inteligentní logistiky, která zavádí opatření proti plýtvání, jež se opírají o principy štíhlé výroby, stojí teprve na začátku a předpokládaná doba jejího trvání se odhaduje v horizontu 7 let. Jedná se o nejdélší fázi, která se zaměřuje na sjednocení všech systémů a hlubší automatizaci a optimalizaci za pomoci moderních technologií. Čtvrtá fáze ještě nemá stanoveny a identifikovány problémy, jež bude konkrétně řešit na úseku slévárny, nicméně celkové cíle jsou:

- Zvedení automatizace do výrobních procesů.
- Zavedení automatizace do procesů manipulace.
- Sjednocení všech systémů do jednoho. (nezahájeno)

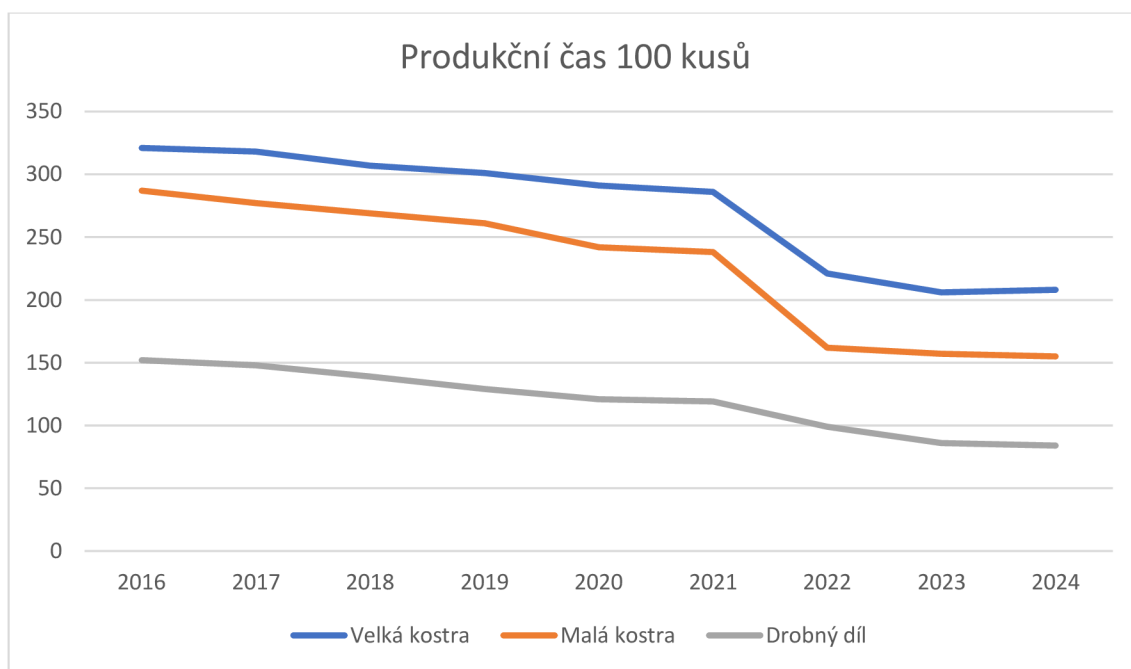
Všechny z těchto cílů jsou dlouhodobé plány a koncepce směřující převážně ke sjednocení všech systémů do jednoho, zavedení automatizace na vysoké úrovni a implikace moderních technologií.

3.5.1 Automatizace a robotizace výroby

Zavedení automatizace do výrobních procesů se stává čím dál více možné díky posunu v technologiích robotizace a systému pro jejich řízení. Čím dál běžnější je také setkat se s programátory pro tyto nástroje a při zavádění ve větším měřítku je možné využít úspory z rozsahu. Robotická ramena je možné využít k nepřebornému množství činností. Díky citlivým optoelektronickým přístrojům, jimiž může být zařízení vybaveno, v kooperaci se strojovým učením jsou schopny řešit nepřeborné množství problémů samostatně. Jedná se o technologie s vysokými pořizovacími náklady, avšak oproti lidské síle mohou tyto stroje pracovat téměř nepřetržitě a nezávisle na okolních podmínkách. Podle průzkumu jde prozatím až 25 % lidských pracovníků nahradit jistou formou automatizace, nejčastěji se jedná právě o robotická ramena nebo jiné automatizované přístroje. Nevýhodou však je vysoká nákladnost na specializovanou údržbu, a prozatím malá kreativita strojů při

řešení nestandardních situací. Tyto nevýhody však budou pomalu klesat s technologickým vývojem a větším uplatněním robotů.

Simulace ukázala možný výsledek nahrazení 25 % pracovníků robotickými rameny nebo jinak automatizovanými pracovišti. Údaje jsou pouze odhadem vyplývajícím z poznatků vytvořených na základě zkušeností s již zavedenou automatizací a na základě průzkumu u jiných společností.



Graf. 3.7 Simulace dopadů zavedené hluboké automatizace

Zdroj: Vlastní zpracování (poskytnutá data)

Graf ukazuje průměrný výrobní čas tří nejčastějších produktů ze tří skupin v objemu 100 kusů. Simulace brala v úvahu zavedení automatizace a robotizace již v roce 2022 a také počítá s automatizací v manipulaci. Graf také ukazuje dopady již předtím zavedených metod. Je patrný klesavý trend, nicméně propad při zavedení je pouze odhad a předpokládá se menší pokles.

V některých částech firmy již automatizace ve větší míře proběhla a jiné projekty jsou v průběhu realizace. Sektor slévárny by se tak mohl poučit a užít zkušenosti a znalosti z jiných oddělení. Mezi úseky, které je v plánu více automatizovat, patří apretace. Pořízením dalších šesti boxů pro apretaci je možné snížit počet personálu na polovinu a pokrýt tak 70 % zakázek s pomocí robotických ramen. V plánu je pořízení modernějších přístrojů. Tyto přístroje jsou vybaveny optickým zařízením, které je schopno samostatně

rozpoznat vložený dílec a přepnout na požadovaný program. Také jsou schopny měnit nástroje a polohu dílců.

Podobná zařízení již byla zavedena na oddělení lakování, kde celý proces je nezávislý na lidské síle a zahrnuje pouze dva pracovníky. Jeden nakládá díly na podávací pás a druhý kontroluje kvalitu a skládá díly opět na manipulační jednotku. Pořízení těchto ramen strojů vyšlo na deset milionů korun.

3.5.2 Automatizace v procesu manipulace

V současné době zajišťují veškerou manipulaci manipulanti pomocí vysokozdvizných vozíků, drobnou manipulaci zajišťují pracovníci na úsecích elektrickými paletovými vozíky. Plán využití automatických paletových vozíků je v procesu zvažování, avšak v jiné části výroby ve společnosti se již zavedení této technologie osvědčilo. Cílem je zefektivnit přesun po pracovišti a odstranit zbytečně vážené cesty. Systém je kompatibilní s již zavedeným systémem pro optimalizaci pohybu manipulantů.

Na výběr jsou tři poskytovatelé splňující základní specifikace, výběr je v procesu vyhodnocování. Po vybrání jednoho adepta bude provedena simulace možného začlenění.

Tab. 3.5 Specifikace dodavatelů

	Dodavatel 1	Dodavatel 2	Dodavatel 3
Nosnost	1500 kg	1500 kg	2000 kg
Výdrž baterie	4.5 h	5 h	5 h
Doba nabíjení do 100 %	30 min	45 min	35 min
Skládání do výšky	ANO	ANO	ANO
Rychlost	2 M/S	1,4 M/S	2.2 M/S
Nutnost úpravy prostředí	NE	NE	ANO
Nutnost úprav manipulačních jednotek	NE	NE	ANO
Více variant v nabídce	ANO	NE	ANO
Potřebný počet kusů	6	5	5
Systém v ceně	NE	ANO	ANO

Zdroj: Vlastní zpracování

Musí proběhnout hloubkové hodnocení dodavatelů s možnostmi jejich uplatnění. Je možné také zvolit kombinace dodavatelů a jejich výrobků. Po zavedení by mohla klesnout potřeba manipulantů pouze na jednoho pro danou směnu a zefektivnit se pohyb manipulačních jednotek po pracovišti, v budoucnu po celém závodě.

Ve společnosti v jiném úseku výroby již funguje částečná automatizace procesů manipulace, kdy čtyři z celkového počtu šesti manipulantů na směně byli nahrazeni šesti autonomními manipulačními vozíky, které výrazně napomohly plynulosti provozu výroby a snížily prostoje. Lidské zdroje vyřazené z nutnosti manipulace doplnily úzké místo ve výrobě a vytvořily tak plynulejší proces a menší hromadění zakázek. Celý projekt je odhadován na šest milionů korun, přičemž část úprav bude provedena z interních zdrojů.

3.5.3 Sjednocení systému

Možnost sjednocení všech systémů pro řízení výroby, řízení zásob a dalších přídavných systémů je zatím pouze ve fázi konceptu. Víze v tomto ohledu však spočívá v uplatnění umělé inteligence (AI) na všech úrovních výroby.

AI by se dala popsat jako schopnost strojů a systému napodobovat lidské chování a vlastnosti. AI je tedy schopna vnímat, učit se čemukoli – tedy i řídit výrobu skladování a další procesy. Učení probíhá pomocí dat, která jsou poskytována, a jedná se o formu zkušeností, které AI zpracovává a simuluje různé výsledky rozhodovacích procesů. Narozdíl od člověka AI zpracovává a rozhoduje se v rámci sekund a je schopna vytvořit neoptimalnější řešení tím, že vyzkouší miliony možností za minimální čas. AI také nedělá chyby ve výpočtech a nepodléhá únavě.

Jedná se však o koncept budoucnosti, který by mohl posunout výrobu o velký skok blíže dokonalosti a štíhlosti. Nicméně reálnější je první užití formy AI, která by sbírala data z jednotlivých systémů, vyhodnocovala je a poskytovala lidem jednoduchý přehled a nástroj, pomocí kterého by mohli lidé utvářet svůj rozhodovací proces.

Společnost již provádí testy uplatnění AI v procesu kontroly kvality, kdy za pomoci robotizovaného dopravníku prochází část výroby kontrolou kvality AI, která získávala znalosti od kontrolorů kvality po dva roky. Tato AI si tak vytvořila vzorec, podle kterého určuje, zda je výrobek vadný nebo ne, následně pomocí laserových, optických, rentgenových a dalších měřících přístrojů určuje kvalitu testovaného výrobku. To vše

dokáže vyhodnotit a zavést do systému v rámci minut s přesností 98 %, oproti tomu lidský pracovník ty samé úkony provede v rámci desítek minut s přesností 92 %.

Celá koncepce zavedení AI se opírá o již vytvořené systémy, avšak je odhadovaná investice ve výši okolo deseti milionů korun. Je nutné rozšířit tým vývojářů a pořídit nové servery a přístroje, na kterých bude systém stavěn.



Obr. 3.6 Obrázek vytvořený AI

Zdroj: Vlastní zpracování

Tento designový návrh sportovního vozidla vytvořila AI na základě příkazu Imagine/sport car, blue, on paper. Celý proces zabral méně než minutu.

3.5.4 Závěr čtvrté fáze

Čtvrtá fáze je zatím pouze konceptem s cílem maximálně využít moderní technologie a začlenit do procesů tak, aby docházelo k co největší efektivitě a zamezení plýtvání. Koncepce AI a Industry 4.0, která se opírá o robotizaci a automatizaci, jdou ruku v ruce s myšlenkou štíhlosti. Vše však ukáže čas.

4 Návrhy na zlepšení

Společnost má velmi dobře zavedené štíhlé principy zakořeněné hluboko ve své struktuře, všechny nově zavedené systémy a zlepšení byly uplatněny zdárně a jejich dopady pozitivně ovlivnily efektivitu a zabránily zbytečnému plýtvání. Nicméně během provádění výzkumu a zpracování dat jsem dospěl k několika možnostem ke zlepšení. Návrhy jsou seřazeny podle jejich složitosti a nákladnosti sestupně.

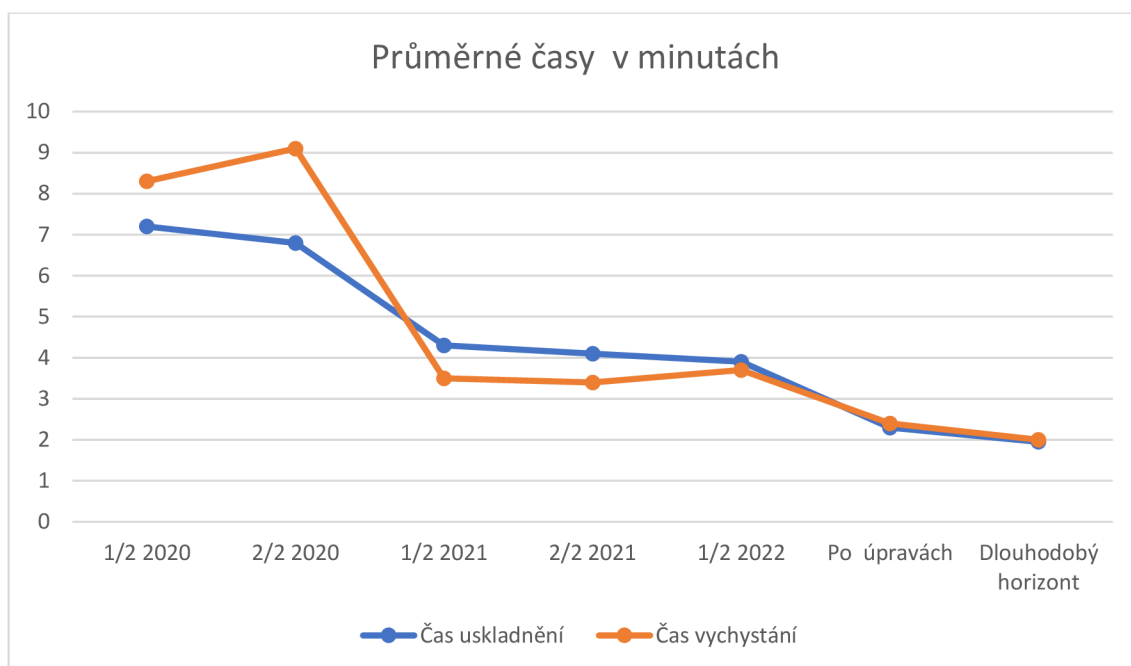
4.1 Automatizace skladu hotových výrobků

Sklad hotových výrobků je adresovaný regálový sklad, stavěný do výšky a je vhodný ke skladování paletových jednotek. Celý sklad je více popsán výše v práci. Jedná se o dobře zavedený sklad, nicméně největším zpomalením v uskladňování a vychystávání manipulačních jednotek je nutnost práce manipulanta a změny manipulačního zařízení.

Mým návrhem je hlubší automatizace tohoto skladu s pomocí automatických dopravníků a automatických vidlicových nakladačů. Automatizace by nevyžadovala stavební úpravy, pouze instalaci dopravníků a nakladačů. Po zavedení této automatizace by již nebyla nutná přítomnost manipulanta ve skladu a jeho přesezení. Celý proces by se výrazně zjednodušil, uspořil by se čas, zefektivnilo skladování a zvýšil přehled na skladě.

Po úpravách by tedy stačilo dovézt manipulační jednotku do skladu a uložit ji na předávací stanoviště na dopravníku. Systém by následně sám pomocí čtečky načel kódy ze štítku, automatický dopravník přivezl manipulační jednotku k nakladači a ten ji umístí na pozici, kterou určil systém a sám zaeviduje. Stejný proces platí opačně, systém odešle požadavek na vychystání, nakladač jednotku vysune z regálu, umístí na dopravník a dopravník doveze jednotku na výdejní místo.

Jedná se o poměrně vysokou investici na jedné straně, avšak značnou úsporu času a zamezení lidským chybám na straně druhé. Je možné pořídit dva automatické nakladače, jelikož regály mají přístup z obou stran, ve skladě je také místo na ještě jednu regálovou řadu, které dříve sloužilo jako odkládací prostor a pro pohyb a zaparkování speciálního manipulačního vozíku. Při výstavbě dalšího regálu a správné úpravě by nebylo nutné pořizovat další dopravník a automatický nakladač, nýbrž pokračovat ve využívání již zavedených.



Graf. 3.8 Odhad dopadů plné automatizace

Zdroj: Vlastní zpracování

Na základě kontaktu s možnými dodavateli jsem vytvořil graf odhadovaného poklesu časů, který navazuje na předešlý graf ukazující dopady zřízení adresovaného skladu, a následně zpracovává odhadované časy zavedení automatického vychystávání a zakládání. Tyto hodnoty byly odvozeny od rychlosti dopravníků, nabrání palety, přesunutí zakladače, odhadované doby založení a naložení. Poslední údaj ukazuje možný čas po plné optimalizaci.

Cena techniky je odhadována na 2,5 milionů až 3 miliony korun v závislosti na volbě technologie a dodavatele, dále je nutné připočítat instalační práce, které by mohla provést nasmlouvaná firma, která již na podobných projektech pracovala a podílela se ve společnosti na úpravách jiných oddělení. Odhadovaná cena práce je okolo 500 000,- Kč. Údržbu seřízení a nastavení systému je možné provést z interních zdrojů firmy.

4.2 Úprava štítků

Doposud jsou využívány kovové štítky s vloženým papírem s čárovým kódem, nicméně vzhledem k povaze výroby se často štítky ztráceli a musely se nakupovat nové.

Poškození papíru bylo také na denní bázi a působilo zbytečné zmatky a neshody v systémech.

Mým návrhem je tedy vyměnit tyto staré štítky s čárovými kódy za nové vytvořené na 3D tiskárně a vybavenými QR kódy. Štítky se dají tisknout na již vlastněné tiskárně a lze je vybavit magnetem nebo háčky pro lepší uchycení. Výhodou také je variabilita QR kódů, kdy v databázi jim jde snadno přidělit nový význam, zatímco u čárových kódů je nutno generovat nový. To by umožnilo štítky znovu užívat. Takové štítky je také obtížnější poškodit. Další výhodou je možnost vytvoření mobilní aplikace, díky které by bylo možné štítky načíst kdykoliv a kdekoliv bez nutnosti pevné čtečky. Nevýhodou je pouze potřeba změna čtecích zařízení z laserových na optické, avšak velká část v budoucnu užitých technologií počítá se zavedením optických přístrojů, kterými je možno QR kódy číst.



Obr. 3.7 Ukázka QR kódu

Zdroj: Vlastní zpracování

Odhadované náklady na změnu systému činí přibližně 100 000,- Kč, a to převážně kvůli nutnosti pořídit optické čtečky, provést úpravy v softwaru, pořídit další materiál do 3D tiskárny a magnetických plošek pro štítky. Úpravy dokáží provést pracovníci a není nutný vnější zásah.

4.3 Uživatelské rozhraní

Systémy na informačních tabletech a monitorech mají technické uživatelské rozhraní, které je psáno v češtině, po přeložení v němčině nebo angličtině. Pracovníci tak pomocí

tohoto rozhraní vkládají příkazy do systému, ku příkladu „paleta je hotová k odvezení manipulantom“, informace tedy zní „odvézt paletu“ a je podbarvena zeleně. Nicméně v poslední době je čím dále větší poměr zahraničních pracovníků, převážně z Ukrajiny nebo Polska. Tito pracovníci musejí dlouho přemýšlet a často dělají chyby ve volbě možností. Nabízí se zde řešení přidat další jazyky, avšak to je zbytečně nákladné a přepínání jazyku by znovu zabíralo zbytečný čas.

Mým návrhem je zjednodušit uživatelské rozhraní, oddělit koncového uživatele, který bude mít na výběr z jednoduchých piktogramů doplněných barvami. Nabídka na složitější požadavky může být řešena rolovacími okny. Podle mého odhadu jsou nezbytně nutné tyto piktogramy pro základní uživatelské rozhraní:

- Odvézt paletu,
- Dovézt materiál,
- Odvézt zmetky,
- Závada,
- Přestávka,
- Načíst kód,
- Stav nouze.

Tímto by se zjednodušilo zaučení nových pracovníků a prolomily některé bariéry v komunikaci. Celou změnu lze provést pouze za pomoci interních zdrojů bez nutnosti vedlejších nákladů.

4.4 Pokrytí sítě

Slévárna je z velké části pokryta wifi sítí, která slouží k připojení některých zařízení k systémům, nicméně často dochází k výpadkům, nestabilnímu připojení, dokonce se v prostoru nacházejí slepá místa, kde je pokrytí nulové. S příchodem robotů a plánovanou automatizací je však nutné si uvědomit závislost těchto zařízení na připojení k síti. Současné vybavení odpovídá standardům třetí generace, tedy s přibývajícím nároky bude také nutné zvýšit datovou kapacitu sítě, jelikož tok dat se dle odhadů minimálně ztrojnásobí.

Mým návrhem je tedy provést měření pokrytí bezdrátové sítě a následně provést její update na současnou generaci. Toto řešení odstraní případné potíže v budoucnu při

zavádění nových technologií. Mým odhadem je použití šesti routerů nové generace – čtyři do výroby a po jednom do každého ze skladů – umístěných do rohů tak, aby se překrývaly a pokryly slepá místa.

Celkové náklady odhaduji na 40 000,- Kč, provést změny je možné již z interních zdrojů.

Závěr

V závěru práce je nutné podtrhnout složitost zvoleného tématu. Řízení výroby je komplexní problematika opírající se o širokou řadu principů, které se mohou vzájemně vylučovat nebo doplňovat. Štíhlost ve výrobě je jednou z klíčových vlastností moderního a úspěšného podniku, který se snaží uspokojit poptávku zákazníka na poli otevřeného trhu.

Práce ve své první části rozebírá a uvádí teoretická východiska pro řízení výroby, její specifika, dále ve zkratce zmiňuje problematiku skladů a skladování jakožto atributu blízkého výrobě. Mimo jiné v první části lze nalézt hlouběji rozepsané principy štíhlosti ve výrobě a některé vybrané metody a analýzy. Je nutné zmínit, že základním principem štíhlosti ve výrobě je snaha zcela odstranit nebo minimalizovat druhy plýtvání na všech úrovních výroby, a tak poskytnout produkt, za který zákazník bude platit skutečnou cenu, nikoliv zbytečné pohyby, zásoby, nevyužitý potenciál a další druhy plýtvání. To vše může zvýšit konečnou cenu, zvýšit náklady na výrobu nebo prodloužit dobu dodání. Proto je nutné uplatňovat ve výrobě filozofii Kaizenu a principy štíhlosti tak, aby pokrok směřoval vždy dopředu – byť po malých krůčcích.

Další kapitola zkráceně popsala zvolenou společnost, produkt, kterým se zabývá, a hlavně technologii vysokotlakého lití, kdy pod vysokým tlakem a při vysoké teplotě je vstřikovávána tavenina do formy s dutým jádrem.

Následně práce zpracovává a popisuje všechny zavedené metody opírající se o principy štíhlosti ve vybrané společnosti, také ukazuje jejich dopady, možná rizika a negativa. Celá implikace principů štíhlosti ve vybrané společnosti probíhala ve čtyřech fázích, přičemž čtvrtá fáze je pouze koncepcí do budoucna, ještě nebyla uvedena. Vše probíhalo v rámci projektu inteligentní logistiky. Každá fáze řešila jednu skupinu problémů, které výrazně ovlivňovaly proces výroby a měly na něj negativní dopady. Vždy na konci fáze je krátké dílčí zhodnocení.

Poslední část práce navrhuje některá možná zlepšení, která by bylo vhodné ještě uplatnit, aby bylo dosaženo lepšího splynutí principu štíhlosti s procesem výroby, nicméně zavádění metod proběhlo úspěšně.

Vzhledem k faktu, že práce obsahuje charakteristiku metod štíhlosti, popis společnosti, popis uplatněných metod, jejich vyhodnocení v praktickém užití a následně práce navrhuje možná zlepšení, považuji cíl práce za splněný.

Samotným závěrem je velmi nutné zdůraznit provázanost principů štíhlosti a moderních technologií. Se zvyšující se kvalitou a složitostí těchto technologií roste jejich efektivita a míra uplatnění v procesu řízení výroby. Budoucnost řízení výroby leží v rukou automatizace, robotizace a digitalizace. V automatizované a digitalizované výrobě si najde uplatnění umělá inteligence a její potenciál v tomto ohledu je nepředstavitelný. Umělá inteligence by jistě dokázala pozvednout principy štíhlosti na novou úroveň a přinést tak nevídanou efektivitu ve výrobě.

Seznam zdrojů

- [1] Lean Enterprise Institute [online]. 2009 [cit. 2022-06-26]. *A Brief History of Lean*. Dostupné z <https://www.lean.org/explore-lean/a-brief-history-of-lean/>.
- [2] VANĚČEK, D. a PECH, M. *Operační management*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2019. ISBN 978-80-7394-746-0.
- [3] VANĚČEK, D., FRIEBEL, L. a ŠTÍPEK, V. *Operační management*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta, 2010. ISBN 978-80-7394-196-3.
- [4] VANĚČEK, D., BEDNÁŘOVÁ, D. a ŠTÍPEK, V. *Organizace výroby a práce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2001. ISBN 80-7040-480-9.
- [5] GROS, I. a kol. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [6] MACUROVÁ, P., KLABUSAYOVÁ, N. a TVRDOŇ, L. *Logistika. 2. upravené a doplněné vydání*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.
- [7] SYNEK, M. a KISLINGEROVÁ, E. *Podniková ekonomika*. 5. přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010. ISBN 978-80-7400-336-3.
- [8] SYNEK, M. *Manažerská ekonomika*. 4. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1992-4.
- [9] DUŠEK, Z. *Struktura plánování a řízení výroby Plánování a řízení výroby* [online]. In: [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://adoc.pub/81-struktura-planovani-a-izeni-vyroby.html>
- [10] JANIŠOVÁ, D. a KŘIVÁNEK, M. *Velká kniha o řízení firmy: [praktické postupy pro úspěšný rozvoj]*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4337-0.
- [11] TVRDOŇ, L. a BAZALA, J. *Systém plánování výroby MRP* [online]. Dashöfer Holding, 2018, [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.dlprofi.cz/log/33/system-planovani-vyroby-mrp-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EoSf6RcLfOnlbpDy6vfCR2s/?query=mrp&serp=1>

- [12] Kanbanový Systém a kontrola Tahem [online]. Starnberg, Německo: Manufactus, 2022, [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.kanban-system.com/cs/kanbanovy-system-a-kontrola-tahem/>
- [13] VANĚČEK, D. *Řízení dodavatelského řetězce: (Supply Chain Management)*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, 2008. ISBN 978-80-7394-078-2.
- [14] MANN, D. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. 2nd ed. New York: Productivity Press/Taylor, 2010. ISBN 978-1-4398-1141-2.
- [15] Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM. API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [online]. API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>
- [16] EMMETT, S. *Řízení zásob: jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1828-3.
- [17] STEHLÍK, A. a KAPOUN, J. *Logistika pro manažery*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. ISBN 978-80-86929-37-8.
- [18] KUBÍČKOVÁ, L. *Obchodní logistika*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. ISBN 80-7157-952-1.

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Druhy výroby	13
Obr. 1.2 AVT druhy výroby	16
Obr. 1.3 Kroky lhůtového plánování	19
Obr. 1.4 Postup systému MRP	23
Obr. 1.5 Kanbanový systém oběhu karet	24
Obr. 1.6 Princip systému DBR	25
Obr. 1.7 Ukázka mapy VSM	36
Obr. 2.1 Odlitek kostry elektromotoru	43
Obr. 3.1 Layout výrobního prostoru	46
Obr. 3.2 Mapa procesů VSM	49
Obr. 3.3 Značka kontroly kvality	61
Obr. 3.4 Organizace skladového prostoru	66
Obr. 3.5 Plastová tryska vyrobena pomocí 3D tisku.....	70
Obr. 3.6 Obrázek vytvořený AI.....	75
Obr. 3.7 Ukázka QR kódu.....	78

Seznam tabulek

Tab. 3.1 Průměrné časy po zavedení metody 5S.....	51
Tab. 3.2 Průměrné časy údržby a výměny forem.....	53
Tab. 3.3 SWOT analýza robotických zařízení.....	54
Tab. 3.4 Průměrné hodnoty trasování za měsíc.....	64
Tab. 3.5 Specifikace dodavatelů.....	73

Seznam Grafů

Graf 3.1 Průměrné časy po zavedení metody 5S.....	51
---	----

Graf 3.2 Průměrné časy údržby a výměny forem.....	53
Graf 3.3 Úrovně zásob.....	56
Graf 3.4 Zpracování zakázek přímou metodou.....	59
Graf. 3.5 Průměrné časy odstavení manipulační jednotky.....	65
Graf. 3.6 Dopady adresovaného skladu.....	69
Graf. 3.7 Simulace dopadů zavedené hluboké aromatizace.....	72
Graf. 3.8 Odhad dopadů plné automatizace.....	77

Seznam zkratek

AI	Artificial intelligence (umělá inteligence)
ČR	Česká republika
DBR	Drum, buffer, rope (buben, zásobník, lano)
JIT	Just in Time (právě v čas)
Kč	Koruna česká
MPa.	Megapascal (jednotka tlaku)
MRP	Material Requirements Planning
SMED	Single Minute Exchange of Dies
s.r.o.	společnost s ručením omezením
SWOT	Strengths (Silné stránky), Weaknesses (Slabé stránky), Opportunities (Příležitosti), Threats (Hrozby)
USA	United States of America (spojené státy americké)
VSM	Value Stream Mapping (mapa hodnotových toků)
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte

Seznam příloh

Příloha A **Současné uživatelské rozhraní**

Příloha B **Vozík pro manipulaci v adresovaném skladu**

Příloha C **Manipulační jednotka – kovový koš**

Vozík pro manipulaci v adresovaném skladu



Manipulační jednotka – kovový koš



Autor DP	Bc. Rostyslav Hošek
Název DP	Uplatnění metod štihlé výroby ve společnosti Siemens s.r.o.
Studijní obor	Logistika (LRVP)
Rok obhajoby DP	2022
Počet stran	73
Počet příloh	3
Vedoucí DP	Ing. Leo Tvrdoň, Ph.D.
Anotace	Tato práce se zabývá uplatněním metod štihlé výroby ve společnosti Siemens s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice, a to převážně na oddělení obrobny a slévárny, avšak dotýká se i jiných částí výroby. V první řadě se práce zaměřuje na teoretický základ metod štihlé výroby, následně popisuje organizaci a produkty, nakonec pomocí srovnání a analýzy definuje dopady užití principů a metod štihlé výroby.
Klíčová slova	Štihlá výroba, řízení výroby, plýtvání, skladování, optimalizace, tlakové lití
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	