



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

STUDIE ZAVEDENÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY NA ZÁKLADĚ SPOLUPRÁCE S DODAVATELSKÝMI ŘETĚZCI

STUDY OF THE INTRODUCTION OF LEAN MANUFACTURING BASED ON COOPERATION WITH SUPPLY CHAINS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Daniel Karpov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Bc. Daniel Karpov**
Studijní program: Strojírenská technologie
Studijní obor: Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce: **prof. Ing. Marie Jurová, CSc.**
Akademický rok: 2021/22

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

Studie zavedení štihlé výroby na základě spolupráce s dodavatelskými řetězci

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh změn v rozvrhování výrobních zakázek s realizací štihlé výroby v rámci spolupráce s dodavatelskými řetězci jako základu pro digitální podnik k rozvoji podnikání a k prospěchu zákazníků.

Cíle diplomové práce:

Popis současného stavu podnikání ve vybraném podniku.
Vyhodnocení teoretických přístupů k řešení.
Analýza současného stavu řízení výrobního procesu.
Návrh změn pro realizaci plánu do výrobního procesu.
Podmínky realizace a přínosy.

Seznam doporučené literatury:

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publishing, 2016, 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

KOŠTURIÁK, J. Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Brno Computer Press 2010, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

SVOZILOVÁ, A. Projektový management. Praha Grada Publishing 2008, 356 s. ISBN 978-80-247-3611-2.

UČEŇ, P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha GRADA Publishing 2008, 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0.

RUSSELL, Roberta S. Operations management: creating value along the supply chain. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, c 2009. ISBN 9780470095157.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

Ing. Jan Zouhar, Ph.D.
ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá zlepšováním výrobních procesů dle principů štíhlé výroby. Je rozdělena na tři části, teoretickou, analytickou a návrhovou. V teoretické části jsou popsány metodiky a postupy, pomocí kterých se dají procesy rozebírat a dále zlepšovat. V analytické části je nejdříve představena společnost Gebauer a Griller, s.r.o. a její výrobní systém. Pak je tento systém analyzován a jsou odhaleny jeho nedostatky. V návrhové části je vytvořen koncept provedení změn, jehož implementace tyto nedostatky řeší, a jeho ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova

procesní řízení, proces, výrobní systém, ukazatele výkonnosti, štíhlá výroba

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the improvement of production processes according to the principles of lean production. It is divided into three parts, theoretical, analytical and proposal. The theoretical part describes the methodologies and procedures by which processes can be analyzed and further improved. In the analytical part, the company Gebauer and Griller, s.r.o. is first introduced with its production system. This system is analyzed after that and its shortcomings are revealed. In the proposal part, there is the concept of making changes, the implementation of which will solve those shortcomings, and its economic evaluation.

Key words

process management, process, production system, key performance indicators, lean manufacturing

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KARPOV, Daniel. Studie zavedení štihlé výroby na základě spolupráce s dodavatelskými řetězci [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140598>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marie Jurová.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Studie zavedení štihlé výroby na základě spolupráce s dodavatelskými řetězci vypracoval samostatně s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího práce.

místo, datum

Daniel Karpov

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto paní prof. Ing. Marii Jurové, CSc. za odborné vedení, cenné připomínky a rady, které mi byly poskytnuty při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat zaměstnancům společnosti Gebauer a Griller Kabeltechnik, s.r.o., obzvláště panu inženýrovi Hruškovi a panu inženýrovi Votavovi, za vstřícný přístup, informace a čas, který mi nezištně věnovali, aby mi s prací pomohli.

OBSAH

ÚVOD	10
Cíle práce.....	11
1 TEORETICKÁ ČÁST	12
1.1 Procesní řízení	12
1.1.1 Definice a charakteristiky procesu	12
1.1.2 Podstata procesního řízení	13
1.1.3 Průběžné zlepšování procesů	15
1.2 Potenciál zlepšení	16
1.2.1 Absolutní potenciál zlepšení.....	17
1.2.2 Reálný potenciál zlepšení	18
1.2.3 Efekty dosažení potenciálu zlepšení	19
1.2.4 Metriky	20
1.2.5 Metriky využívané ve firmě GG.....	21
1.3 Řízení dodavatelského řetězce	23
1.3.1 Dodavatelský řetězec	23
1.3.2 Podstata řízení dodavatelského řetězce	24
1.3.3 Řízení zásob.....	25
1.3.4 Informační technologie	26
1.4 Štíhlá výroba.....	27
1.4.1 Principy štíhlé výroby.....	27
1.4.2 Mapování toku hodnot.....	29
1.4.3 <i>Multi moment</i> analýza.....	31
1.4.4 Optimalizace výrobního taktu	32
1.4.5 Analýza kořenových příčin.....	33
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	34
2.1 Představení společnosti Gebauer & Griller	34
2.1.1 Rozdělení závodu	35
2.2 Výrobní systém.....	36
2.2.1 Vzorový produkt.....	36
2.2.2 Materiál.....	36
2.2.3 Řezání kabelů	38
2.2.4 Lisování kabelových ok.....	40
2.2.5 Plazmování kabelových ok.....	42
2.2.6 Finální montáž	44
2.3 Analýza výrobního systému	46
2.3.1 Analýza materiálového toku.....	46
2.3.2 Mapování toku hodnot.....	50
2.3.3 Analýza zásob materiálu.....	51
2.3.4 <i>Multi Moment</i> analýzy	52
2.3.5 Analýza výrobních taktů.....	54
2.3.6 <i>Root cause</i> analýza	57
3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ.....	58

3.1	Přesun pracovišť finální výroby	58
3.1.1	Omezení výrobní haly	58
3.1.2	Návrh nového rozmístění pracovišť	59
3.2	Optimalizace materiálového toku.....	60
3.2.1	Zavedení <i>FIFO bufferu</i>	60
3.2.2	Nový materiálový tok	62
3.2.3	Ukazatele výkonnosti a zhodnocení	64
3.3	Optimalizace výrobního taktu	65
3.3.1	Technologické změny	65
3.3.2	Nový výrobní takt	67
3.4	Ekonomické zhodnocení	70
ZÁVĚR.....		71
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ		72
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK		73

ÚVOD

Řízení procesů a jejich optimalizace je v dnešní době nedílnou součástí kterékoliv konkurenceschopné výrobní společnosti. Hledají se způsoby, jak zlepšit procesy do takové míry, aby se podařilo získat co největší výhodu oproti ostatním firmám v hospodářské soutěži.

Je tomu tak z toho důvodu, že časy, kdy byla poptávka značně vyšší než nabídka a téměř veškeré zboží si našlo odbyt, již pominuly. Nyní žijeme v době, kdy byl průmysl rozvinut natolik, že téměř ve všech odvětvích nabídka několikanásobně převyšuje poptávku a společnosti jsou nuceny spolu vést konkurenční boj. Z tohoto důvodu společnosti vkládají mnoho prostředků do hledání skvělých nápadů, metod řízení výroby, rozvoje technologií a dalších inovací, které by jim pomohly procesy zlepšit.

Největším problémem téměř všech výrobních závodů je plýtvání. Plýtvat se dá nejen materiálem, ale i časem, prostorem, lidmi a dalšími zdroji. Snížením plýtvání se zabývá podniková filozofie štíhlá výroba, která se snaží eliminovat plýtvání cestou neustálého zlepšování činností, postupů a technologií. Úplného odstranění plýtvání se dá dosáhnout jen tehdy, budou-li veškeré činnosti přidávat hodnotu výrobku. Tato filozofie pochází z Japonska, kde jej vyvinula automobilová firma Toyota.

Diplomová práce obsahuje tři části. V první části je popsána teorie, v níž jsou vysvětleny metody a principy, které byly využity dále v částech následujících. Druhá, analytická část se zabývá zhodnocením současných výrobních postupů pomocí analýz běžně využívaných v praxi. Ve třetí, praktické části, je uveden návrh na zlepšení těchto procesů. V závěru práce je ekonomické zhodnocení a přínosy tohoto návrhu společnosti.

CÍLE PRÁCE

Cílem této diplomové práce je vytvoření návrhu na zlepšení výrobních a logistických procesů u vybrané výrobkové řady ve firmě Gebauer & Griller Kabeltechnik, s.r.o.

Prvním úkolem je detailně zanalyzovat procesy současné, což odhalí slabá místa sledované výroby. Další fází je identifikace nejzásadnějších problémů a navržení příslušných opatření pro jejich zlepšení formou nového uspořádání strojů, změn technologií a možné změny procesního řízení.

Přínosem bude snížení plýtvání času, místa a lidské práce, což bude mít za následek finanční úsporu u dané výrobkové řady.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Procesní řízení

V této podkapitole je popsána teorie nutná k porozumění tématu procesního řízení, jednoho z hlavních strategických přístupů managementu. Základním pojmem je proces.

1.1.1 Definice a charakteristiky procesu

Proces

Termín proces byl již mnohokrát definován různými autory odborné literatury.

„Proces je série logicky souvisejících činností nebo úkolů, jejichž prostřednictvím – jsou-li postupně vykonány – má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků.[1]“

„Proces je souhrnem činností, transformujících souhrn vstupů do souhrnu výstupů (zboží nebo služeb) pro jiné lidi nebo procesy, používající k tomu lidi a nástroje.[2]“

„Proces je soubor činností, které mění vstupy na výstupy. Při podnikových procesech jde hlavně o to, aby objednávka zákazníka přešla přes procesy v podniku co nejrychleji při dodržení předepsaných standardů a při minimálních nákladech. Čím déle se objednávka zdrží v podnikových procesech, tím víc nákladů se na ni „přilepí“ a tím déle čeká zákazník na objednaný výrobek či služby a podnik na své peníze.[3]“

Cílem podnikových procesů je tedy dostat výrobek nebo službu zákazníkovi v požadovaném čase, množství a kvalitě a s optimálním krycím příspěvkem. [3]

Dle normy ČSN EN ISO 9000:2001 má následující atributy [4]:

- je opakovatelný,
- má svého zákazníka,
- má svého vlastníka a správce,
- má ocenitelný výstup,
- má měřitelné parametry,
- má jasně stanovený začátek a konec,
- má návaznosti na jiné procesy,
- má svá omezení (zdroje).

Dělení procesů

Z hlediska vytváření procesních modelů organizací je nejpraktičtější dělení firemních procesů podle jejich důležitosti a účelu [3, 4]:

- **Klíčové** – jsou hlavním důvodem existence organizace, jelikož vytvářejí hodnotu, neboli výstup pro zákazníky. Příklady jsou marketing, obchod, vývoj, výroba, servis.
- **Řídící** – zajišťují fungování organizace, ale samostatně žádný zisk nepřinášejí. Vytvářejí podmínky pro fungování ostatních procesů tak, že zajišťují jejich řízení a integritu. Jedná se o práci manažerů. Příklady jsou stanovení cílů, stanovení zásad a postupů, řízení zdrojů, sledování výkonů.
- **Podpůrné** – zajišťují chod hlavních procesů. Mohou být snadno *outsourcovány*. Tvoří produkt pro vnitropodnikové účely, tzn. pro interního zákazníka. Příklady jsou správa majetku, doprava, vzdělávání zaměstnanců, účetnictví, údržba a oprava.

Účastníci procesu

Pokud si účastníky procesu rozdělíme podle jejich specifických rolí, vztahu k procesu a rozsahu odpovědnosti, dostaneme následující čtyři kategorie [1]:

- **Zákazník** je někdo, kdo pocítuje potřebu či požadavek, který je možné zajistit určitým výrobkem, službou, či jejich kombinací. Ty jsou produkovány určitými procesy, mají své vlastnosti, které představují jejich hodnoty, zajišťují určité funkcionality a nebo přinášejí jiný prospěch. Zákazník je ochoten tyto výrobky a služby směnit za finanční prostředky.
- **Dodavatel** je někdo, kdo zajišťuje vstupy (hmotné či nehmotné), které proces potřebuje k tomu, aby dokázal zajistit to, co od něj žádají zákazníci.
- **Sponzor** procesu je obvykle členem managementu zkoumané firmy a má zájem na tom, aby proces fungoval správně a tím plnil požadavky na něj kladené. Jeho zainteresovanost na co nejlepším průběhu procesu ho předurčuje k tomu, aby aktivně stál za zlepšovateľskými iniciativami ve svěřené procesní oblasti. Má nezastupitelnou roli jak při ustanovení zlepšovateľského projektu, tak i při jeho taktickém řízení tím, že poskytuje podporu, částečně zprostředkovává jeho styk s okolím a pomáhá, když je potřeba odstranit překážky.
- **Podnik** (či provozovatel procesu nebo vlastníci podniku) jsou vlastníci zdrojů, které se v procesech spotřebovávají. Reprezentují firmu vůči zákazníkovi. Mají eminentní zájem, aby se zvyšovala profitabilita příslušné části produkce.

Procesní tok

„Procesní tok je sled kroků (činností, událostí nebo interakcí), který představuje postupně rozvíjející se proces, zapojuje do spolupráce alespoň dvě osoby a vytváří určitou hodnotu pro zákazníka, jemuž má sloužit, nebo příspěvek pro podnik, v němž se uskutečňuje.[1]“

Podnikové procesy jsou propojeny do toku, uvnitř kterého se pohybuje materiál, informace a pracovníci. Má obvykle začátek a konec uvnitř zkoumané firmy. Prochází několika vnitřními organizačními jednotkami. V některých případech jsou tyto toky provázány do okolního prostředí, a to jak k zákazníkům, tak i směrem k subdodavatelům podniku. [1, 2]

Mohou probíhat v přímé návaznosti, kde je každý další krok závislý na dokončení kroku předchozího. Taktéž mohou probíhat paralelně, pokud to umožňuje povaha jednotlivých úkonů. [1]

1.1.2 Podstata procesního řízení

Procesní řízení má stále zvyšující se význam ve fungování organizací a má pozitivní vliv na jejich úspěšnost. Vzhledem k přítomnosti dynamicky se rozvíjejícího tržního prostředí je jeho neodmyslitelný význam také součástí strategického rozvoje podniků. Pokud se firma rozhodne procesní řízení zavést, měla by dokázat své procesy měřit a vyhodnocovat. To jí poskytne možnost účelně a efektivně procesy řídit a odhalovat nedostatky pro tvorbu strategie postavení podniku na konkurenčním trhu. [4]

Téměř všechny úspěšné podniky mají již zavedený systém procesního řízení a to nejen v odvětví produkčním, ale například i finančním. Přínosy se dají nalézt téměř ve všech činnostech podniku. Takhle řízená organizace dokáže dynamicky reagovat na potřeby trhu, konkurenci, dostupnost zdrojů a okolní prostředí tak, že dovede provádět vnitřní změny procesů bez ohrožení svého bytí. Taková firma své procesy průběžně zlepšuje, čímž získává konkurenční výhodu na trhu. [4]

Pro řízení procesů je charakteristické, že směřuje své dílčí aktivity ke splnění společných cílů a realizaci požadovaných výstupů. Pracuje s vlastnostmi a hodnotami produktu procesů, které jsou definovány v zadání. [5]

Oblasti procesního řízení

Procesní řízení se skládá ze tří základních oblastí, které spolu velmi úzce souvisí [4]:

1. Lidé

- Není správným řešením pracovat tvrději, rychleji, výkonněji. Správná cesta je pracovat efektivněji, chytřeji, prostřednictvím správných procesů.

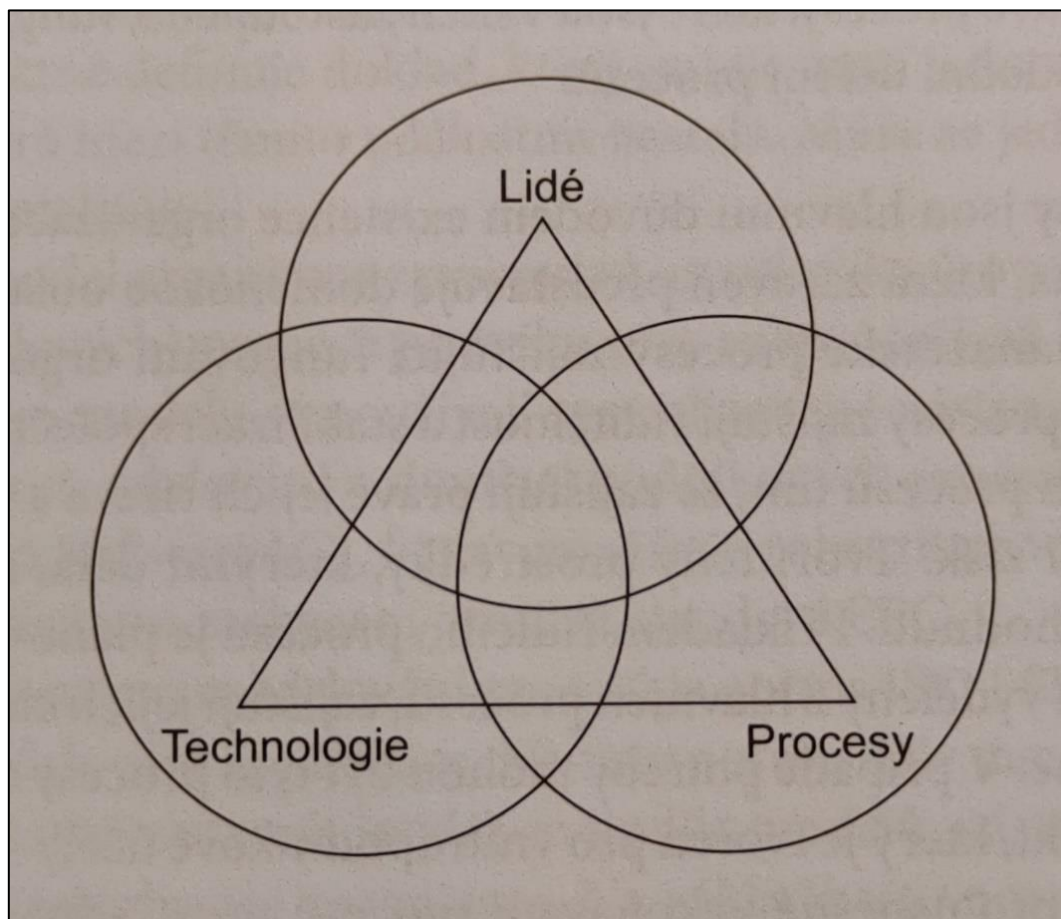
2. Technologie

- Přináší přínosy ve spojení se správnou transformační mapou, která zohledňuje výrobní, logistické a obchodní procesy.

3. Procesy

- Soustředí se na maximální zužitkování svých vstupů.

Spojení těchto oblastí je vizualizováno na obrázku 1:



Obr. 1 Trojimperativ úspěšnosti organizace [4].

Propojení těchto tří oblastí ukazuje důležitost mezi nimi. Investice pouze do jedné z nich a zanedbávání ostatních dvou nemohou vést k úspěchu. Příklady konkrétních činností procesního řízení jsou následující [3, 4]:

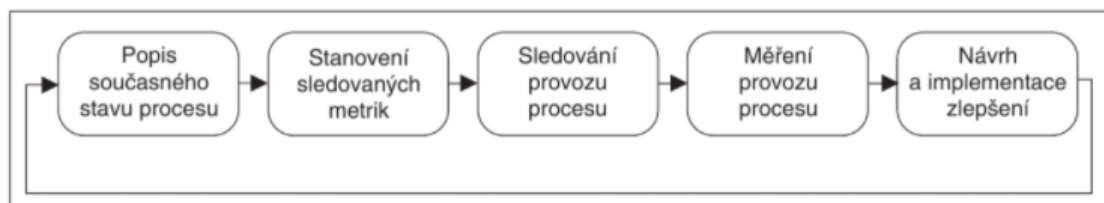
- zvýšení průtoku úzkých míst (problematických procesů, které nemají dostatečnou výrobní kapacitu a tím brzdí průběh chodu zbytku systému),
- redukce variability nestabilních procesů,
- snížení plýtvání v procesech – zeštíhlování výroby,
- změny procesů, se kterými zákazník není spokojen,
- změny procesů ve spojení s inovacemi technologií a výrobků,
- standardizace procesů,
- náprava problematických pracovišť (možnost vzniku chyby, neúměrné zatížení pracovníků, riziko pro zdraví apod.),
- náprava či eliminace neproduktivních procesů, které nejsou schopné dosáhnout plánovaných cílů.

Toho je dosahováno nasazováním nových pravidel fungování procesů, včetně monitoringu měření a řízení výkonu. Těmito aspekty je nutné se zabývat na všech úrovních organizace. [4]

1.1.3 Průběžné zlepšování procesů

Zlepšování podnikových procesů je v dnešní době nezbytností pro udržení firmy na trhu. Společnosti jsou nuceny svými zákazníky, kteří žádají o stále lepší produkty a služby, aby soustavně uvažovali o zlepšení svých procesů. Pokud zákazník nedostane, co žádá, obrátí se na konkurenční firmy, kterých je téměř ve všech odvětvích mnoho. Z tohoto důvodu se s firemními procesy pracuje formou jejich průběžného zlepšování. [2]

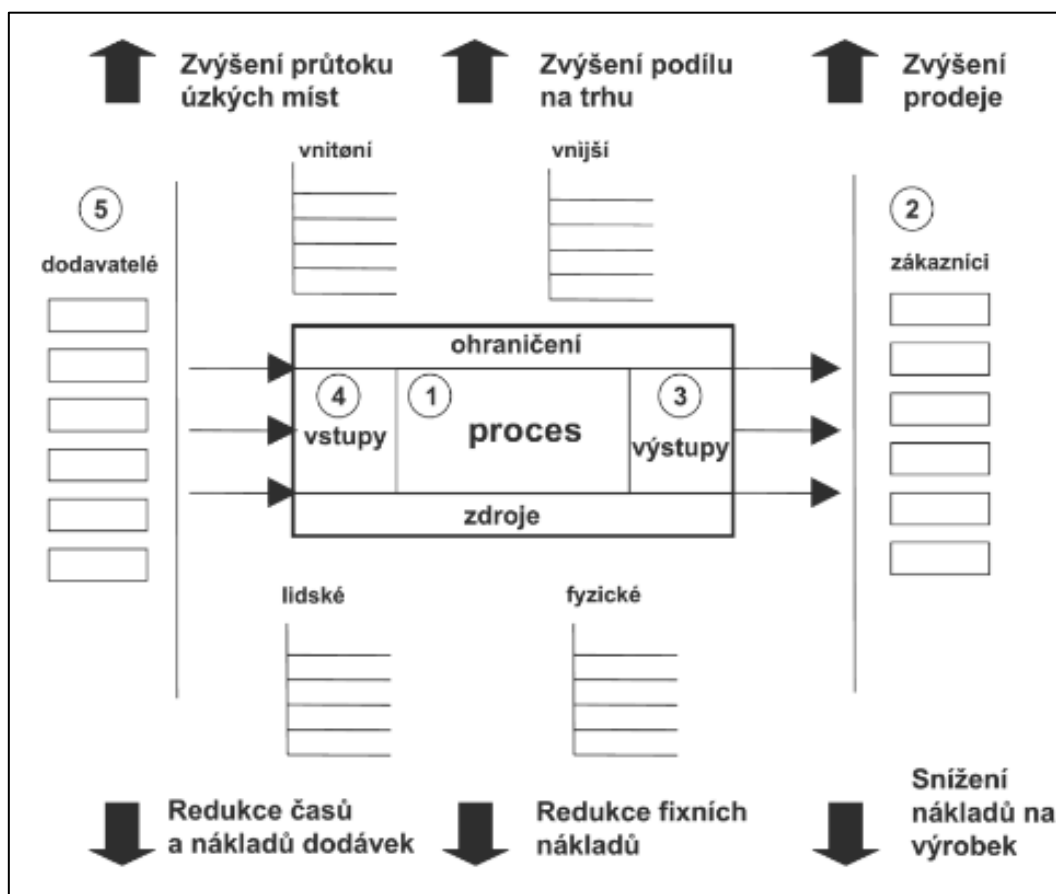
Obrázek 2 zobrazuje základní kroky průběžného zlepšování procesů:



Obr. 2 Průběžné zlepšování procesu [2].

Nejdříve je nutné popsat současný stav procesu, za nímž následuje stanovení základních ukazatelů měření, plynoucích především z potřeb zákazníků. Dalším krokem je identifikování příležitostí ke zlepšení a jejich souvislostí cestou soustavného sledování běhu procesu. Poslední fází je implementace zlepšení a její zdokumentování, což vše posune opět na počátek celého cyklu. Těmhle v principu nekonečná procedura se nazývá průběžné – soustavné – zlepšování podnikových procesů. [2]

Na obrázku 3 jsou vizualizovány obecné myšlenky při zlepšování procesů:



Obr. 3 Proces a jeho zlepšování [3].

1.2 Potenciál zlepšení

„Potenciál zlepšení představuje dynamickou, prakticky použitelnou metodu pro řešení klíčových manažerských úloh, jakými jsou tvorba, resp. aktualizace firemní strategie, zvyšování výkonnosti firemních procesů, efektivní realizace inovačních projektů, správná formulace cílů a efektů projektů a jejich zahrnutí do smlouvy s externím dodavatelem, měření a hodnocení výkonnosti lidí, správné nastavení parametrů podpůrných procesů a vztahu k ostatním procesům apod.[6]“

Žijeme v době, kdy se neustále mění konkurenční podnikatelské prostředí v procesech globalizace, které s sebou přináší nové výzvy v oblasti managementu. Je třeba vzít v úvahu změny, které jsou v tuhle chvíli z hlediska rozvoje nejzásadnější. Těmi jsou [4]:

- prudký vzestup služeb zákazníkům,
- časový tlak,
- globalizace průmyslu,
- organizační integrace.

Společnosti se řídí trendy jako jsou realizace vyššího využití kapacit, snížení či úplná eliminace skladových zásob, zvýšení služeb přes vyšší spolupráci s dodavateli, kde se snaží o odstranění bariér mezi obchodními partnery a zvýšení vzájemné důvěry a spolupráce. Inovace procesů se stala stejně důležitou jako inovace produktů. [4]

V mnoha případech se nejedná o novinky, ale spíše koncepty, o kterých se nějakou dobu píše a člověk se o nich v nějaké formě dozvěděl. Rozvoj počítačových technologií, automatizace, energetické a environmentální výzvy jsou jen malým příkladem vnějších vlivů mající potenciál odvětví logistiky v příštích letech radikálně proměnit. Logistika velmi rychle reaguje na chování spotřebitelů a dokáže ekonomické trendy odrážet lépe než řada makroekonomických ukazatelů. Logistické procesy jsou zásadním zdrojem úspory nákladů cestou sledování pozice materiálového toku. [4]

Na základě poznatků může management vytvořit podnikatelský model pro zabezpečení rozvoje podnikání. Tento model zajistí tvorbu řídicích procesů ve všech aktuálních fázích rozvoje podnikání při tvorbě hodnotového řetězce ve směru k zákazníkovi při využití konceptů, jako je procesní řízení a řízení projektů. Ve všech podnikových funkcích je možné využít produkty informačních a komunikačních technologie a veškeré další pomůcky používané v projektovém řízení, v měření procesního řízení, k vyjádření společensko-ekonomických činností hodnotového řetězce. [4]

Potenciál zlepšení představuje objektivní manažerské kritérium pro formulaci firemních cílů a pro [6]:

- hodnocení dosahování strategických cílů,
- hodnocení dosahování taktických cílů,
- hodnocení výkonnosti firemních procesů,
- formulaci zadání při optimalizaci firemních procesů,
- hodnocení dosahování cílů projektu.

Dá se rozdělit na absolutní a realistický.

1.2.1 Absolutní potenciál zlepšení

Absolutní potenciál zlepšení (APZ) je pojem zavedený ve vztahu k tvorbě firemní strategie. Je reprezentován popisem toho nejlepšího možného způsobu, jak ve firmě realizovat určitý proces, zejména u klíčových aktivit procesu. Aktivita jsou klíčové, splňují-li jednu z následujících podmínek [6]:

- podmiňují produktivitu procesu,
- je v nich realizována přidaná hodnota procesu,
- podporují synergii,
- jsou nástrojem konkurenceschopnosti,
- jsou rozhodující z hlediska nákladů procesu – mohou být zdrojem úspor,
- jsou rozhodující z hlediska efektů – mohou být nástrojem dosažení vyšších efektů .

Na základě výzkumu procesních analýz se ukazuje, že malý procentuální podíl počtu aktivit procesu (typicky cca 3-10) rozhoduje o výkonnosti celého procesu. [6]

Každá firma má jisté limity APZ. Přístup k nim je určujícím faktorem podnikového výkonu. Lze je členit na interní, externí, hmotné a nehmotné. Příklady jsou uvedeny v tabulce 1:

Tab. 1 Příklady limitů [6].

LIMITY	Interní	Externí
Hmotné	Portfolio výrobků; Výrobní kapacita; Kvalita výrobku; Manipulace s materiálem; Používané technologie	Logistika produkce; Nedostatek materiálu; Narušení výroby u dodavatele (například kvůli válce)
Nehmotné	Způsob prodeje; Cenová politika; Způsob poskytování služeb; Know-how; Servisní podpora zákazníkům	Tržní pozice; Postavení konkurence; Stupeň nasycenosti trhu; Standardy daného odvětví; Kurzy měn

Interní limity jsou řešitelné v rámci firmy, zatímco externí ne. Těm se dá vyhnout například změnou tržní orientace, nebo je respektovat a podle nich stanovit firemní strategii v definovaném rámci limitů. [6]

1.2.2 Reálný potenciál zlepšení

„Reálný potenciál zlepšení (RPZ) reprezentuje žádoucí stav výkonnosti firemních procesů, který je s ohledem na dané limity dosažitelný ve střednědobém a krátkodobém horizontu.“ [6]

Rozdíl tedy spočívá v tom, že zatímco APZ představuje vzdálenou vidinu určující dlouhodobé strategické směřování firmy, RPZ vyjadřuje krátkodobější dosažitelný žádoucí stav výkonnosti firemních procesů. Je nutno jej stanovovat a aktualizovat v časových řezech (např. rok). [6]

Popis RPZ je realizován pomocí specifikace klíčových vlastností vyjadřující výkonnosti klíčových aktivit jednotlivých procesů. Posun výkonnosti firemních procesů směrem k cílovému stavu je realizován formou projektů a dalších nástrojů realizace změn, jimiž jsou úkoly, organizační opatření apod. [6]

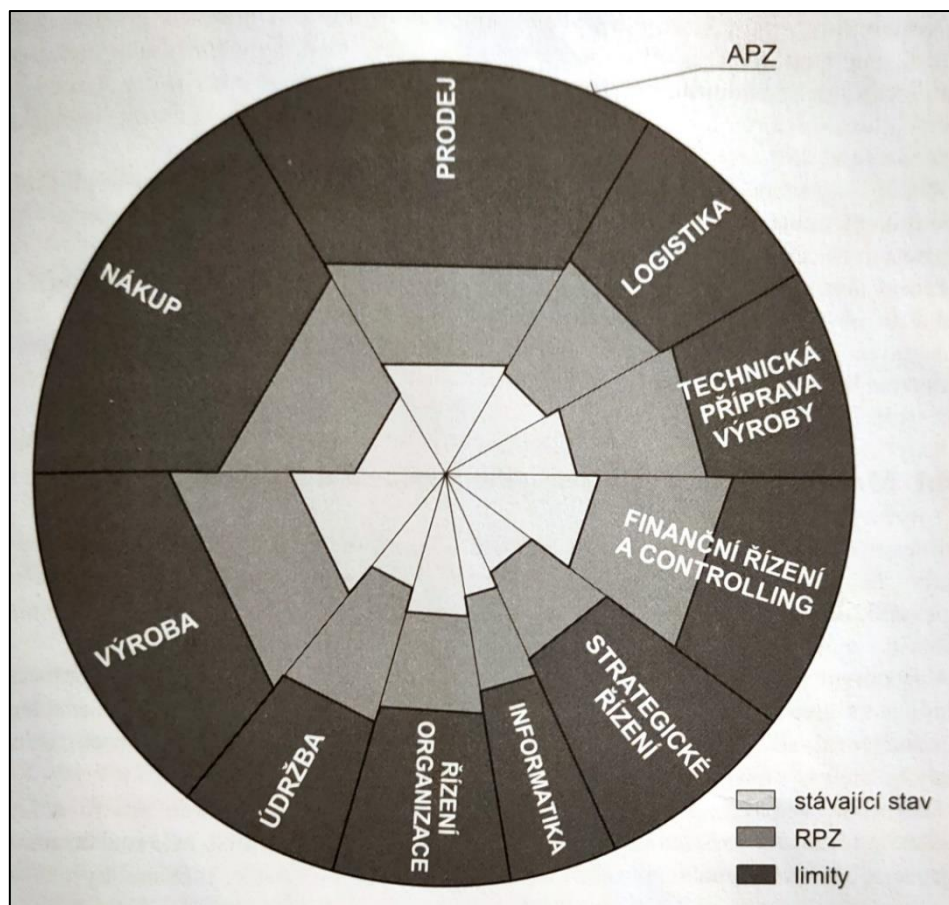
Limity RPZ

Dosažení nadefinovaného RPZ je spojeno s nutností odstranění limitů, jež způsobují, že firemní procesy nejsou realizovány. Při formulaci firemních cílů je tedy nutno důkladně posoudit, které limity lze odstranit v jakém časovém horizontu. Inovace musí jít ruku v ruce s odstraňováním limitů, jinak může v inovačních prostředcích dojít k neúčelně vynaložených finančních prostředcích. [6]

Existují i limity, které v krátkodobém či střednědobém časovém horizontu nelze odstranit vůbec, či jen velmi obtížně. Je tomu tak z toho důvodu, že se jedná o limity APZ, které mají spíše strategický charakter a jejich odstranění si žádá dlouhodobý časový horizont. Zpravidla se jedná o limity externí. Limity se mohou v průběhu životního cyklu měnit, či úplně zmizet, ačkoli stejně tak se mohou objevit nové. Z tohoto důvodu je žádoucí je průběžně (nejlépe alespoň jednou ročně) revidovat. [6]

RPZ je nejčastěji orientován na odstranění interních limitů, jež se dají odstranit před projektem, či v jeho průběhu. Pokud by limity z jakéhokoli důvodu nebyly odstraněny, obvykle to znamená, že cíle projektu na požadované úrovni není možné splnit. [6]

Vztahy APZ, RPZ, jejich limitů a stávající výkonnosti procesů jsou zobrazeny na obrázku č. 4. Velikost výseče symbolizuje důležitost procesu z hlediska výkonnosti firmy jakožto celku. [6]



Obr. 4: Vztah absolutního potenciálu zlepšení, limitů a reálného potenciálu zlepšení [6].

Možnosti dosahování RPZ

Definovaný RPZ je podle parametrů cílového stavu dosažitelný různými prostředky. Může se jednat o prostředky marketingové, technické, technologické, organizační, metodické, motivační, vzdělávací, budování know-how a také prostředky informatiky. V některých případech existuje více forem realizace změny. V takovém případě je hlavním kritériem návratnost. [6]

1.2.3 Efekty dosažení potenciálu zlepšení

RPZ je správně definován pouze tehdy, přinese-li jeho dosažení podniku nějaký prospěch. Tento prospěch je formulován formou efektů, které mohou mít podobu efektů tvrdých nebo měkkých [6]:

- **Tvrký efekt** je vyjádřen přesnou číselnou hodnotou, která je transformovatelná do finančního efektu za určité období.
- **Měkký efekt** přináší zlepšení, jenž se finančně vyjádřit buď nedá, nebo velmi obtížně. Správně formulovaný měkký efekt se však po určitém časovém období projeví jako efekt tvrdý.

1.2.4 Metriky

Metriky či ukazatelé výkonnosti (*key performance indicators* – KPI) jsou pomůcky využívané pro měření výkonnosti. Vyjadřují míru dosahování stanovených cílů organizace a zlepšení hospodářských výsledků. [6]

Obecné definice jsou následující [6]:

- metrika je konkrétně definovaná metoda měření a definovaný rozsah měření;
- metrika je měřitelný ukazatel použitý pro stanovení kvality, kvantity a finanční kategorie (např. náklad, průběžná doba, úroveň zásob);
- metrika je ukazatel výkonnosti z hlediska stanovených cílů.

Slouží jako nástroj měření výkonnosti a zaměřují se primárně na [6]:

- cíle,
- kritické faktory úspěchu,
- procesy,
- výkonnost zdrojů,
- výkonnost pracovníků.

Jsou definovány následujícími atributy [6]:

- název nebo identifikace,
- algoritmus (pouze u tvrdých metrik),
- definice (pouze u tvrdých metrik),
- vlastník,
- dimenze (měrná jednotka, časové období...),
- počáteční a cílová hodnota,
- měření (postup, způsob, harmonogram, odpovědnost),
- zdroj dat pro měření,
- ověřování (vykazování výsledků a ověřování správnost měření).

Kritické faktory úspěchu pro uplatnění

Je nutno znát základní vlastnosti metrik [6]:

- vždy odvozeny z cílů podnikové strategie (podniku, procesů a zdrojů),
- respektují priority firemní strategie,
- vyvážený poměr tvrdých a měkkých metrik,
- objektivně měřitelné a měření je opakovatelné a konzistentní v čase,
- dostupné, srozumitelné a objektivně interpretovatelné pro jejich uživatele,
- náklady nepřesahují únosnou hranici (rozhodně ne vyšší než dosažený efekt).

Dalším nezbytným faktorem jsou znalosti a dovednosti zaměstnanců, jež modely vyhodnocují. V dané oblasti je nezbytné využít znalostí manažerů současně s jejich schopností pracovat s výsledky. Pro podporu vyhodnocování výsledků je vhodné uplatnit příslušné software nástroje. [6]

Rozdělení metrik dle:

- **Objektu měření [6]:**
 - **Tvrdé metriky** jsou ukazatele, které jsou snadno měřitelné, sledují vývoj podnikových cílů, jsou zaměřeny na výkonnost podnikových procesů a dají se převést na finanční vyjádření za určité období. Tvrkými metrikami jsou také **Indikátory**, jež se od ukazatelů liší tím, že nemají stanovenou přesnou hodnotu žádoucího stavu, nýbrž jeho meze (např. horní/spodní limit).
 - **Měkké metriky** měří a hodnotí úroveň výkonnosti procesů. Jsou koncipovány v souladu s účelem použití. Jedná se o hodnocení míry například plnění cílů v určité oblasti, nebo obecně výkonnosti zdrojů.
- **Opakovatelnosti použití [6]:**
 - **Kontinuální**, kdy měření probíhá v definovaných časových intervalech.
 - **Diskrétní**, jež jsou aplikovány v časově omezeném rozsahu. Nejčastěji se využívají pro hodnocení inovačních procesů.
- **Úrovní řízení [6]:**
 - **Strategická úroveň** – primárně kontinuální tvrdé výsledkové metriky cílů
 - **Taktická úroveň** – u tvrdých metrik zejména výkonnostní indikátory (porovnání plánu oproti skutečnosti), vzrůstá podíl měkkých metrik
 - **Operativní úroveň** – u tvrdých metrik převážně výsledkové a realizačně zaměřené kontinuální a diskrétní, vyvážený poměr tvrdých a měkkých metrik
- **Členění pro hodnocení efektů inovace informačních a komunikačních technologií [6]:**
 - **Interní metriky** jsou definovány samotnými uživateli v organizaci. S jejich pomocí lze identifikovat efekty inovací a jejich skutečný vliv na celopodnikový výkon, lze hodnotit efektivnost vložených prostředků, lze podpořit motivační systém pro zaměstnance a také hodnotit úroveň poskytovaných služeb.
 - **Externí metriky** jsou definovány uživatelským podnikem a dodavatelem projektu inovace informačních a komunikačních technologií. Většinou jsou to metriky výsledkové. S jejich pomocí se dá zainteresovat dodavatele na dosažení přínosů z inovace IS/ICT a také vytvořit účinné platformy pro sjednocení cílů dodavatele a odběratele.

1.2.5 Metriky využívané ve firmě GG**Měření výkonnosti materiálového toku [7]:**

Ve firmě GG se při zhodnocování fungování materiálového toku pohlíží primárně na následující KPI:

- **transport [m]** – vzdálenost, kterou produkt urazí od počátečního vyzvednutí materiálu po doručení hotového výrobku na expedici – měřeno podle 2D modelu rozložení (*layoutu*) firmy v programu Autodesk AutoCAD

- **celkový**
- **interní** – vzdálenost, kterou produkt urazí pouze v rámci interních procesů ve výrobních halách (nebere se zde např. odvoz finálního výrobku na sklad a poté na expedici)
- **externí** – vzdálenost, kterou produkt urazí v rámci procesů mimo výrobní halu

Transport se dělí tímto způsobem kvůli zásadním rozdílům ve složitosti a nákladnosti provedení změn v daném prostředí. Zatímco změny **interního transportu** jsou ve většině případů dosažitelné, změny **externího transportu** jsou obvykle natolik složité a nákladné, že se o jejich realizaci ani neuvažuje a tím pádem se vzdálenost této přepravy považuje za neměnnou. Příkladem je dlouhá vzdálenost při cestě výrobku skladem a expedicí. Přestože by se přestavbou či určitým přeorganizováním těchto dvou hal dala vzdálenost zkrátit, implementace něčeho takového nepřipadá v úvahu.

- **FTE (full time equivalent) demand [FTE]** – podíl času věnovanému určité činnosti (v daném případě transportu) za 24 hodin provozu
 - **FTE demand netto** – počítá pouze s čistým časem činnosti

$$\begin{aligned} FTE \text{ demand netto [FTE]} &= \\ &= \frac{\text{celkový čas sledovaného transportu [s]}}{\text{ekvivalent plného pracovního úvazku za 24 h [s]}} \end{aligned}$$

Výroba ve firmě GG funguje na tři směny, z nichž každá z nich obsahuje 7,5 hodiny čisté práce jednoho zaměstnance. Z toho plyne následující výpočet:

$$\begin{aligned} \text{ekvivalent plného pracovního úvazku za 24 h} &= 3 * 7,5 * 60 * 60 = \\ &= 81\,000 \text{ s} \end{aligned}$$

- **FTE demand brutto** – počítá i s časem vedlejších činností (např. cesta k místu úkonu, příprava nářadí apod.)

Na základě statistik firmy je podíl času, kdy zaměstnanci určené pro manipulaci materiálu skutečně vezou materiál, mezi 30 % a 40 %. Počítá se tedy s 35 %. Z toho plyne následující výpočet:

$$FTE \text{ demand brutto [FTE]} = \frac{FTE \text{ demand netto}}{35} * 100$$

- **Počet různých typů přepravních jednotek** – čím méně, tím lépe, jelikož nadbytečné přeskládávání materiálu mezi několika typy balení, je jedním ze základních druhů plýtvání
- **Počet různých typů transportu** – stejný princip jako u balení, jelikož typ přepravy obvykle závisí na typu balení

Měření úrovně zásob [7]:

- **Days of inventory (DOI) [dny]** – vyjadřuje počet dní do chvíle, než je veškerá zásoba na skladě prodána ve formě hotových výrobků (taktéž známé jako *inventory days of supply* nebo *days in inventory*).

$$DOI \text{ [dny]} = \frac{\text{současný stav zásob}}{\text{průměrná denní spotřeba zásob}}$$

- **nadbytek zásob [€]** – vyjadřuje množství zásob nad mírou průměrné spotřeby materiálu za dobu jednoho dodávkového cyklu

$$\text{nadbytek zásob [€]} = (\text{stav zásob} - \text{velikost dodávky mat.}) * \text{cena za jednotku mat.}$$

Měření úrovně rozpracované výroby [7]:

- **Míra rozpracované výroby (*work in progress* – **WIP**) [€]** – vyjadřuje míru veškerého rozpracovaného materiálu, který čeká na kompletaci
- **Doba průchodu (*throughput time* – **TPT**) [$s \cdot ks^{-1}$]** – vyjadřuje čas, který strávil 1 kus výrobku uvnitř firmy od jeho přijetí ve formě materiálu po jeho expedici ve formě hotového výrobku

Měření výkonnosti výrobních operací [7]:

- **Čas výroby jednoho kusu výrobku (*takt time* – **TT**) [s]** – doba, kterou trvá na jednom pracovišti vyrobit 1 ks výrobku – při výpočtu výrobního taktu se bere v potaz čas nejdelší operace
- **Výstup za směnu [ks]** – počet kusů hotových výrobků vyrobených za jednu směnu

$$\text{výstup [ks]} = \frac{\text{čistý pracovní čas směny [s]}}{\text{takt time [s} \cdot \text{ks}^{-1}\text{]}}$$

- **Efektivita práce [ks/os]** – počet hotových výrobků vyrobených za jednu směnu a vydělený počtem zaměstnanců vstupujících do výrobního systému

$$\text{efektivita práce [ks/osobu]} = \frac{\text{výstup [ks]}}{\text{FTE [osoby]}}$$

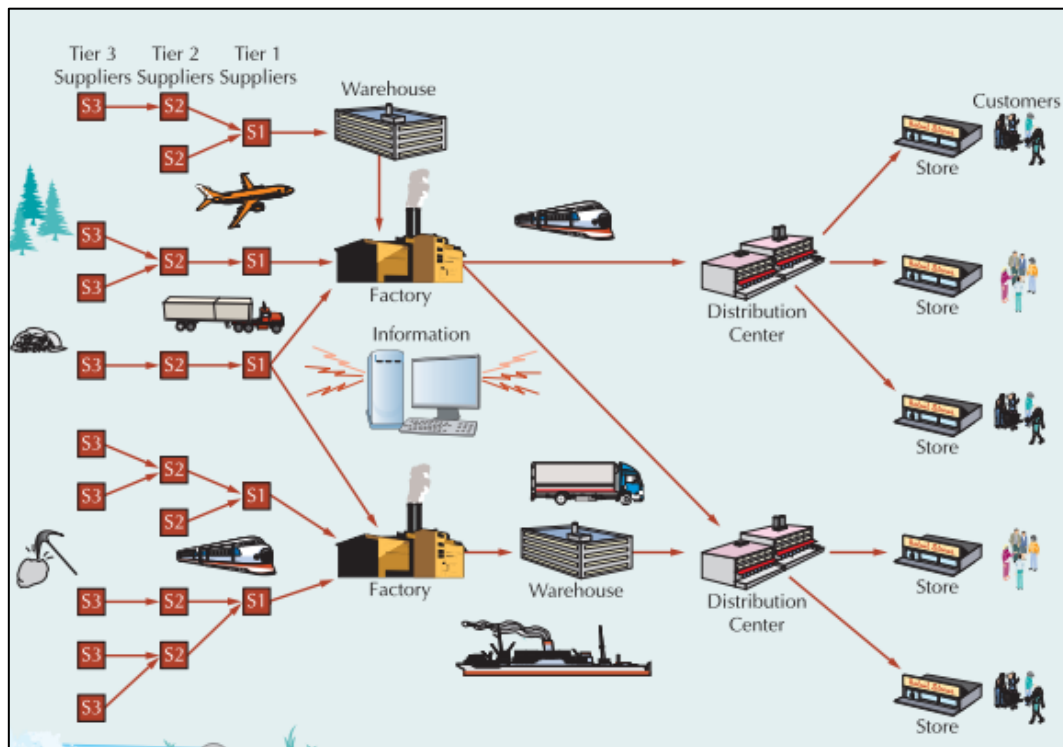
1.3 Řízení dodavatelského řetězce

Podkapitola popisuje teorii nutnou k porozumění řízení nebo správě dodavatelského řetězce (*supply chain management* – **SCM**). Nejdříve je nutné porozumět, co samotný dodavatelský řetězec je. Poté bude vysvětlen princip jeho řízení.

1.3.1 Dodavatelský řetězec

Dodavatelský řetězec (*supply chain* – **SC**) pojímá veškerá zařízení, funkce a činnosti spojené s výrobou a dodáním produktu či služby svým zákazníkům. V podstatě jde o všechna aktiva, informace a procesy zahrnující veškeré procesy napojené na tok a transformaci zboží. Skládá se z mnoha vzájemně propojených členů, počínaje dodavateli materiálů, včetně dodavatelů komponentů či podsestav, pokračuje k výrobcům produktu nebo služby a konče u zákazníka. [8]

Příklad SC je vizualizován na obrázku 5.



Obr. 5 Příklad dodavatelského řetězce [8].

1.3.2 Podstata řízení dodavatelského řetězce

SCM se zaměřuje na integraci a řízení toku zboží, služeb a s nimi spojených informací v SC, aby byl vstřícný vůči zákaznickým potřebám a zároveň snižoval celkové náklady. Tradičně byl každý segment řetězce řízen jako autonomní subjekt, který plnil hlavně své vlastní cíle. V dnešní době aby společnost mohla konkurovat na globálním trhu, musí kombinovat a koordinovat úsilí všech členů napojených na tok zboží, služeb a informací. [8]

SC vyžadují úzkou spolupráci, kooperaci a komunikaci mezi jednotlivými členy, aby byly efektivní. Dodavatelé musí sdílet informace se zákazníky a mít společné cíle. Je potřeba, aby si vzájemně důvěřovali – zákazníci musí mít možnost se spolehnout na kvalitu a včasnost produktů a služeb. Je nutná spolupráce všech zainteresovaných stran na návrhu dodavatelského řetězce, aby bylo možné dosáhnout společných cílů a tím usnadnit komunikaci a tok informací. [8]

Hlavní kroky SCM jsou vizualizovány na obrázku 6.



Obr. 6 Hlavní kroky SCM [9].

Vylepšené SCM postupy můžou podniky posunout dál a transformovat je do konkurenceschopnějších podob pomocí minimalizace odpadů za současného snižování nákladů a zvyšování efektivity. Mohou zvýšit loajalitu zákazníků nabídkou personalizované logistiky, která odpovídá individuálním preferencím. A mohou automatizovat své procesy, aby byly rychlejší, chytřejší a produktivnější. [9]

Výhody SCM jsou následující [9]:

1. **Zvýšená produktivita:** Systém správy podnikových aktivit a prediktivní údržba pomáhají strojům pracovat efektivněji, což může opravit úzká místa, zlepšit pracovní postupy a zvýšit produktivitu. Automatizované procesy a responzivní analýza dat taktéž napomáhají zrychlení dodání zákazníkům.
2. **Snížené náklady SC:** Využívání prediktivní analýzy pomáhá eliminovat „hádání“ množství nákladů, což snižuje přebytké zásoby a rizikové nedostatky.
3. **Větší pružnost SC:** V dnešní době se trh může kdykoli změnit a je důležité mít zavedený adaptivní systém, který se pružně přizpůsobí jakékoli situaci. Přehled dat v reálném čase mohou manažerům přerozdělit stroje a zaměstnance do nových a lepších pracovních postupů.
4. **Lepší kvalita produktů:** Propojením zpětné vazby od zákazníků přímo k týmům kvality a vývoje bude mít za následek, že návrh produktů bude plně založen na potřebách zákazníků.
5. **Lepší zákaznický servis:** Ty nejlepší SCM postupy jsou vždy zaměřeny primárně na zákazníka a navrženy tak, aby byly přizpůsobivé právě jeho potřebám. Moderní informační systémy umožňují sledovat zpětnou vazbu zákazníka v podstatě v reálném čase a tím jeho požadavky implementovat do veškerých fází výrobního procesu.

1.3.3 Řízení zásob

Jedním z hlavních cílů společnosti při řízení jejího SC je synchronizace toku příchozích materiálů tak, aby bylo možné reagovat na poptávky zákazníků bez vytváření nadměrných zásob. Příklady faktorů přispívajících k nejistotě a tím pádem variabilitě jsou následující [8]:

- nepřesné předpovědi poptávky,
- proměnlivé dodací lhůty pro objednávky,
- pozdní dodávky,
- nekompletní dodávky,
- změny produktů,
- hromadné objednávky,
- kolísání cen a slevy.

Společnosti se s touto nejistotou snaží vypořádat vytvořením pojistných zásob. Avšak při správném fungování SCM se tyto zásoby nachází v různých fázích dodavatelského řetězce (v *bufferech*) a výrobce je schopen nějaký čas dodržet harmonogram dodávek zákazníkům. [8]

Mnoho společností se snaží hromadit zásoby buď kvůli úspoře nákladů za transport, nebo získáním slev od dodavatelů. Problémem takového přístupu je nákladnost inventarizace. Na produkty, které leží ve skladu se dá pohlížet jako na peníze, které mohly být využity jinde. Odhaduje se, že náklady na skladování maloobchodního produktu po dobu jednoho roku tvoří více než 25 % ceny dané položky. [8]

Optimalizace hladiny zásob:

Množství dodaného materiálu za určité období by mělo být optimalizováno podle spotřeby materiálu za stejné období. V ideálním případě by se dané hodnoty měly rovnat. Vzhledem k tomu, že se v mnoha odvětvích poptávka neustále mění, společnosti si tvoří pojistné zásoby pro případ opožděného dodání materiálu. [7]

Výpočet se provádí pomocí hodnoty DOI celkových zásob, od které je odečtena hodnota délky dodávkového cyklu (den, týden apod.). Takto se určí, jaké zásoby má firma navíc oproti průměrné spotřebě za určité období. Čím vyšší tato zásoba bude, tím větší peněžní částka je v ní „utopená“ a tím vyšší jsou náklady skladování. [7]

1.3.4 Informační technologie

Informace jsou důležitým článkem mezi všemi členy SC. Informační technologie umožňují komunikaci v reálném čase v délce celého řetězce. Bez předávání dat by SCM nebyl možný ani zdaleka na takové úrovni, jak je v globální sféře dnes. [8]

Digitální podnik

Digitální podnik (*e-business*) nahrazuje veškeré své fyzické procesy elektronickými. Transakce SC jsou prováděny prostřednictvím elektronických médií. Tento přesun je možné automatizovat mezi členy řetězce, což šetří náklady na pracovní sílu a čas. Výhody, které digitalizace podniku přináší jsou následující [8]:

- nižší transakční poplatky,
- snížení či odstranění role zprostředkovatelů a poskytovatelů služeb,
- zkrácení doby odezvy SC a transakční doby pro objednání a dodání,
- zviditelnění se pro širší okruh společností,
- větší výběr a více informací o zákaznících,
- vylepšené služby kvůli jejich okamžité dostupnosti,
- sběr a analýza velkého množství dat a preferencí zákazníků,
- získání přístupu na globální trhy, dodavatele a distribuční kanály.

Digitální přenos dat

Digitální neboli elektronický přesun dat (*electronic data interchange* – EDI) je výměna dokumentů v nehmotné (elektronické) formě mezi počítači ve standardním formátu. Spojuje členy dodavatelského řetězce dohromady pro zpracování objednávek, účetnictví, výrobu, a distribuci. Poskytuje rychlý přístup k informacím, umožňuje lepší služby zákazníkům, snižuje papírování, zlepšuje komunikaci, zvyšuje produktivitu a efektivitu nákladů. Díky EDI mohou členové SC sdílet informace o poptávce v reálném čase a jsou tak schopni vyvinout její přesnější předpovědi a tím snížit nejistotu, která má tendenci narůstat s každou fází dodavatelského řetězce, která předchází. [8]

Čárové kódy

Systém čárových kódů umožňuje automatizaci sběru dat. Tyto kódy jsou připojeny k položkám procházejícím dodavatelským řetězcem (produkty, výrobní zakázky, přepravní a manipulační prostředky, balíky vozidla atd.) a obsahují identifikaci každé z nich. Kód obvykle obsahuje popis produktu, jeho unikátní číslo, výrobní zakázku, zdroj, místo určení a speciální manipulační postupy. Tato technologie měla obrovský vliv na SCM a je využívána téměř každou společností (výrobní, dopravní, potravinářské atd.). [8]

1.4 Štíhlá výroba

Kratší výrobní cykly, nároční zákazníci, globalizace a elektronický obchod vyvinuly tlak na společnosti, aby rychleji reagovaly na požadavky trhu. Jednou z možností zajištění rychlého obrátu je vedení zásob, ačkoli ty se můžou stát nevýhodné, bereme-li v potaz zastarávání výrobků. Moudřejším řešením je vytvoření štíhlého a agilního výrobního systému, který je schopný se adaptovat změnám požadavků zákazníků. Takovému přístupu se říká štíhlá výroba (*lean manufacturing*). [8]

Zakladatelem tohoto přístupu je považován bývalý ředitel společnosti Toyota, Toiichi Ohno. Principy štíhlé výroby se postupně inspirovalo mnoho firem v USA a později na celém světě. Nyní je štíhlá výroba nepostradatelnou součástí všech globální společností. [8]

1.4.1 Principy štíhlé výroby

Hlavním myšlenkou štíhlé výroby (*lean manufacturing*) je „dělat více za méně“ (*do more with less*), což znamená využívat méně zásob, prostoru a lidské síly a i přesto dosahovat lepších výsledků. Tato filozofie je úzce spjatá s přístupem průběžného zlepšování procesů. [8]

Eliminace plýtvání

Prvním principem je snižování, či úplná eliminace plýtvání. Štíhlá výroba definuje základních sedm druhů plýtvání, které jsou následující [10]:

1. Transport – nadbyteční přeprava materiálu
2. Zásoby – skladování, počítání a pojišťování
3. Pohyb – hledání dílů, náradí nebo instrukcí
4. Čekání – na materiál, stroj či dokončení předešlé operace
5. Nadvýroba – produkce zboží, které není možné okamžitě využít či prodat
6. Defekty – potřeba zboží buď opravit nebo jej vyhodit
7. Nadzpracování – přebytečné kroky, které nepřidávají hodnotu

Jinými slovy se dá říci, že eliminací plýtvání je myšleno odstranění všeho, co nezvyšuje přidanou hodnotu výrobku. Přidaná hodnota je vyjádření úsilí výrobce, které zvýšilo cenu produktu. Například nalepení etikety na PET lahev je přidaná hodnota, zatímco její přeprava z jednoho stanoviště na druhé už není, jelikož se cena přemístěním nijak nezvýší. [10]

Tok

Dalším principem je pochopení toku, který může pomoci při eliminaci plýtvání. V případě, že v kterémkoli bodě dojde k náhlému zastavení pohybu hodnotového toku vpřed, stane se tento odpad nevyhnutelným vedlejším produktem. Tento princip toku je o vytvoření hodnotového řetězce s nulovým přerušením výrobního procesu a je to stav, kdy je každá činnost vzájemně plně synchronizována [12].

Jedním z cílů přetvoření výrobního systému podle principů štíhlé výroby je tok jednoho kusu (*one piece flow*), je vytvoření výroby pro každý kus zvlášť. Tím se sníží rozpracovaná výroba, přerušení, transporty, čekání a časy výrob i dodávek. Tím se zvýší kvalita a flexibilita výroby. V mnoha systémech není tok jednoho kusu možný, ale dá se mu alespoň přiblížit snížením velikosti výrobních dávek [10].

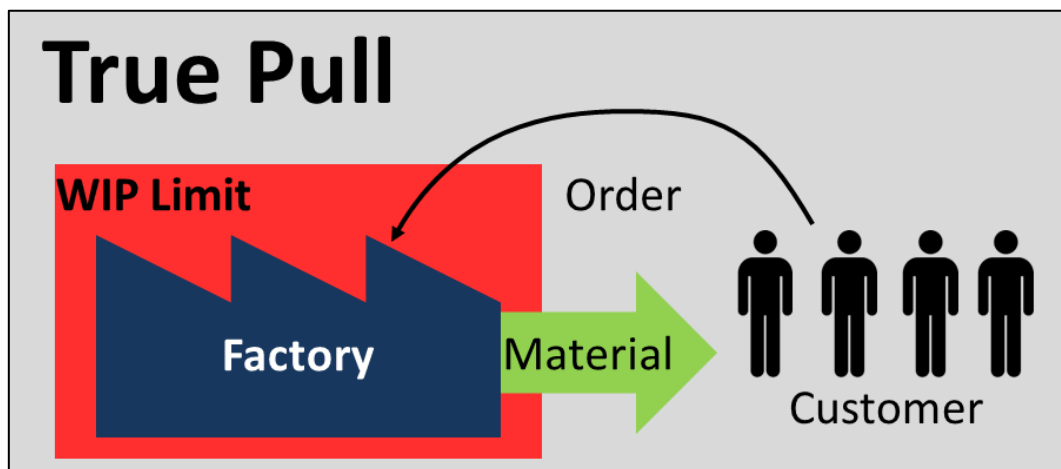
Pružnost systému

Dalším principem je zvýšení pružnosti systému. V daném případě jsou klíčovými prvky multifunkční pracovníci a univerzální stroje. Je potřeba optimalizovat provozní dobu strojů a pracovníků tak, aby byly v ideálním případě stejné. Toho lze dosáhnout přemísťováním činností na jiná kompatibilní pracoviště v systému, obsluhou více strojů naráz, změnou rozmístění pracovišť apod. Pro tuhle optimalizaci se využívá veličina *takt time* (TT), která určuje tempo výroby podle požadovaného množství zákazníkem. TT systému se vždy rovná délce nejdelší operace. Pokud mají veškeré po sobě jdoucí výrobní procesy stejný TT, znamená to, že je produkce optimalizována, jak nejlíp je to jen možné. [8; 10]

Systém tahu

Dále je využívání systému tahu (*pull*), což je protikladem tradičního systému tlaku (*push*). Tlakem je myšlena výroba, kde prodejce neomezuje počet výrobků, které za určité období vyprodukuje. To znamená, že je každé období vyráběn přibližně stejný počet kusů dle dlouhodobé analýzy trhu. Tento systém je vhodný na trhu, kde se poptávka vyrovná nabídce a nedojde k situaci, kdy nebude možné vyrobené produkty prodat. Přesným opakem je systém tahu, kde se výroba řídí požadavky zákazníků a má jasně stanovenou vrchní hranici. Jakmile míra rozpracovanosti dosáhne určité hodnoty, nejsou vytvářeny nové zakázky a nepokračuje se, dokud se alespoň část výroby neprodá a tím se uvolní kapacita zásob. Tento systém je vhodný pro trh, kde se požadavky zákazníků mění velmi frekventovaně (například automobilový průmysl). [10, 11]

Systém tahu je vizualizován na obrázku 7.



Obr. 7 Znáznornění systému tahu [11].

Pull systém využívá specifické metody pro uchovávání materiálu mezi výrobními procesy. Příklady těchto metod jsou následující:

- **Kanban** [8, 10] – metoda využívající tzv. karty, z nichž každá představuje nějakou přepravní jednotku s určitým množstvím materiálu (např. paleta s kapacitou X)
 - karty obsahují základní informace jako označení materiálu, popis, typ přepravní jednotky, počet, cílové pracoviště apod. – tyto údaje se v průběhu výroby nemění

– jakmile je přepravní jednotka uvolněna (materiál poslán na další stanoviště či prodán), na předchozí stanoviště je poslána příslušná karta, která je signalizuje potřebu výroby určitého stanoveného počtu kusů (doplnit paletu X kusy) pro doplnění míry zásob – pokud není volná karta (symbolizující volnou paletu), výrobní proces nezačíná

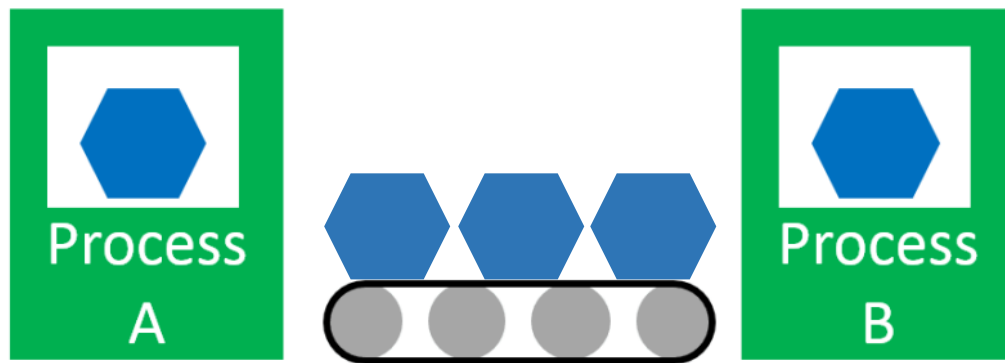
– smysl kanbanu je udržet pevnou míru zásob, která nemůže překročit stanovenou hodnotu

- **First in, First out (FIFO)** [10] – v překladu „první dovnitř, první ven“ – metoda spočívá ve spotřebovávání materiálu ve frontě podle času jejich doručení – ten nejstarší materiál je na začátku fronty (první do výroby) a ten nejnovější na konci – fronta se postupně doplňuje

– smysl této metody je docílit, aby materiál koloval a nezůstával dlouho na skladě

- **FIFO buffer** [10] – metoda vyrovnávání zásob, která se řídí počtem plných a prázdných manipulačních prostředků (např. krabice) – dosažení určitého počtu prázdných manipulačních prostředků je signálem pro spuštění výroby a jakmile jsou všechny naplněny, zastaví se

– řídí se principem FIFO



Obr. 8 Vizualizace FIFO bufferu [12].

Přístup neustálého zlepšování

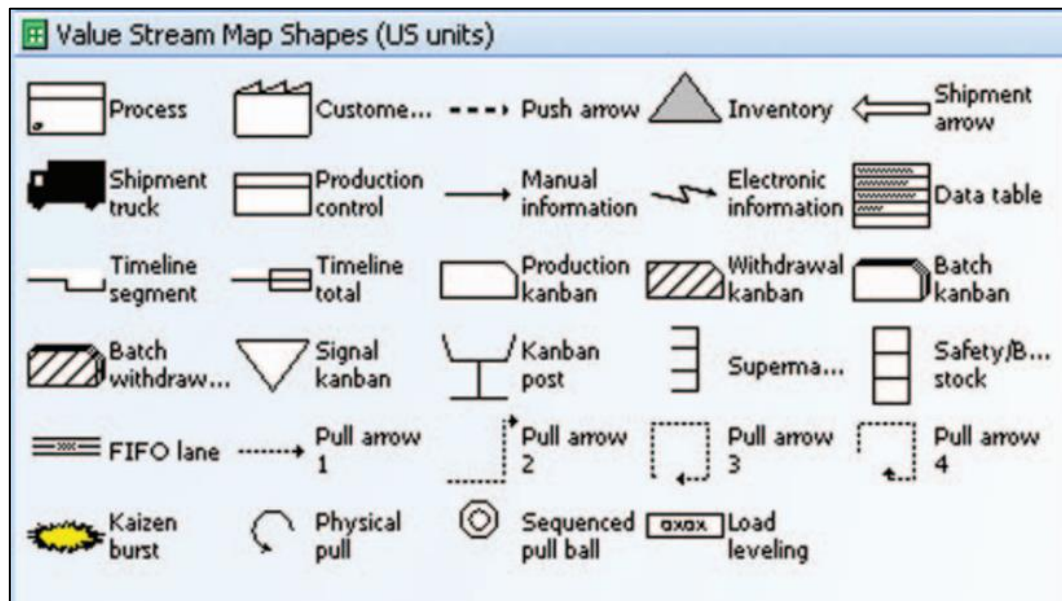
Konečným cílem štihlé výroby je dokonalost celého systému. K tomu se dá dostat krok za krokem, protože neustálá zlepšování štihlé výroby řeší základní příčiny problémů s kvalitou a plýtváním ve výrobě. Tato neúnavná honba za dokonalostí výrobcům pomáhá sáhnout hlouběji, měřit přesněji a měnit častěji než jejich konkurenti [13].

Součástí tohoto principu je přístup nulové vady (*zero defects*), jehož cílem je zajištění bezchybnosti výrobního systému. Každá chyba se musí opravit a musí být odstraněna její příčina, aby se nemohla stát znovu [10].

1.4.2 Mapování toku hodnot

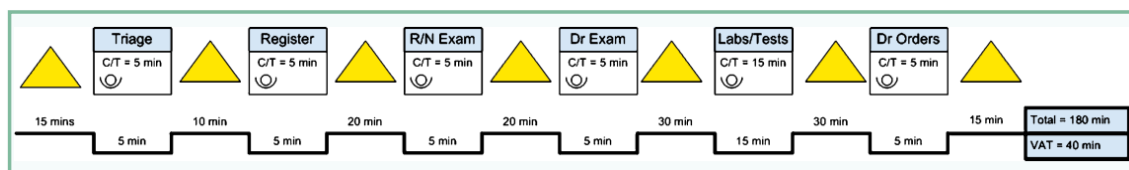
Mapování toku hodnot neboli diagram materiálového toku (*value stream mapping* – VSM) je nástroj pro analýzu toku procesů a eliminaci plýtvání. Formou speciálního vývojového diagramu mapuje současný stav a podle představ a požadavků se vytvoří stav budoucí, které se poté porovnávají. Pro mapování jsou využívány standardní symboly představující prvky výrobních procesů jako například výrobní proces, zákazník, zásoba, dodání, informační tok, časový segment, kanban apod. [4; 8; 14]

Tyto symboly jsou na obrázku 9:

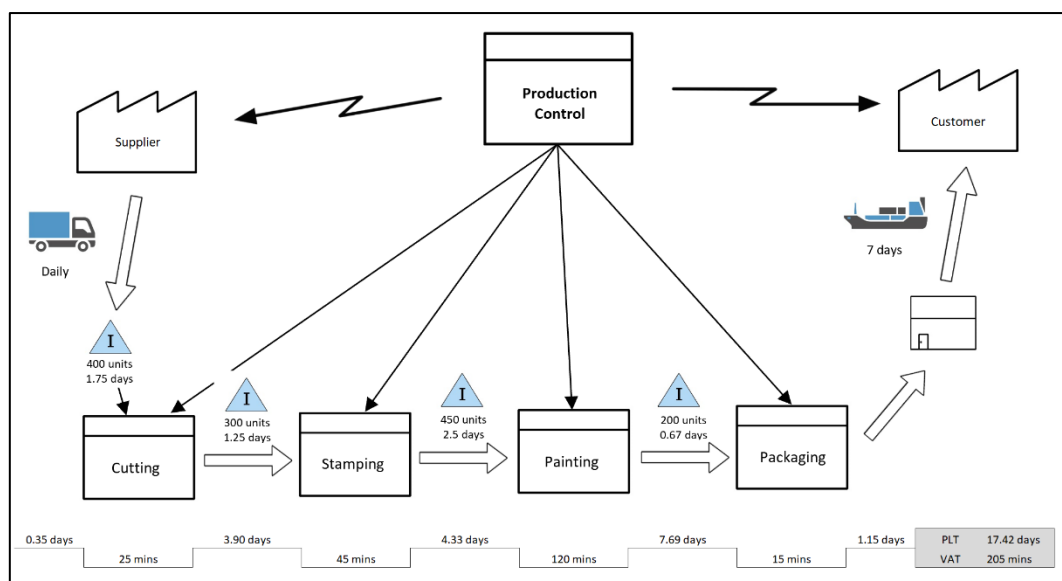
Obr. 9 Symboly *value stream* mapy [8].

Srdcem mapy jsou ikony procesů s doprovodnými datovými poli označujícími počet pracovníků, dobu cyklu, dobu přechodu, a další relevantní informace o procesech. Kroky procesu jsou propojeny šipkami a mezi kroky se obvykle nachází ikony inventáře nebo čekací doby. Pod mapou se nachází schodovitá časová osa, která zobrazuje odděleně celkové časy činností a pak jen těch, které přidávají hodnotu produktu. [8; 14]

Tahle část mapy je na obrázku 10:

Obr. 10 Spodní část *value stream* mapy [8].

Příklad zjednodušené *value stream* mapy je na obrázku 11:

Obr. 11 Příklad *value stream* mapy [14].

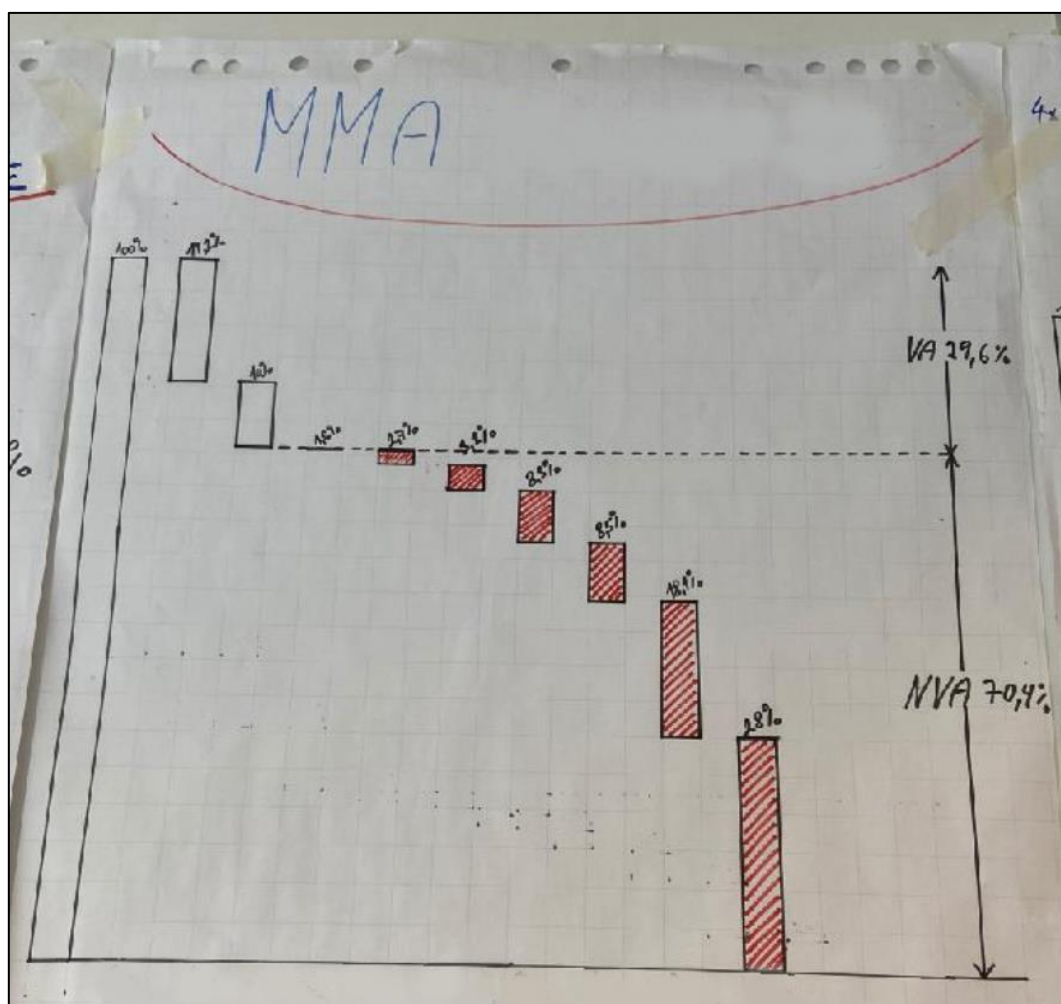
Tím se poskytuje základ pro iniciativu zlepšování, kde se vytvoří nová *value stream map*, která zobrazuje přepracovaný výrobní systém se sníženým nebo eliminovaným plýtváním. Mapování toku hodnot poskytuje dobrý základ pro navázání podrobnějšími analýzami jednotlivých procesů. [8]

1.4.3 Multi moment analýza

Multi moment analýza (MMA) je nástroj, který identifikuje činnosti přidávající hodnotu produktu (*value adding activities* – VA) a ty, které ji nepřinášejí (*non-value adding activities* – NVA). Výstupem je poměr těchto činností. Čím více VA, tím k menšímu plýtvání dochází. [10]

Analýza spočívá v zaznamenávání činností výrobního procesu (např. vkládání materiálu do stroje) ve stanovených intervalech (např. 10 s) po určitou dobu. Je důležité, aby byly činnosti správně rozděleny do kategorií a byl jim přidělen správný status VA nebo NVA. Po dokončení měření se sečtou počty záznamů u jednotlivých činností a v poměru ke všem záznamům se určí jejich procentuální hodnoty. V případě, že činnosti v procesech celého výrobního systému mají stejné kategorie rozdělení činností, je možné vytvořit statistiku celé produkce. [10]

Ukázka analýzy MMA je na obrázku 12:



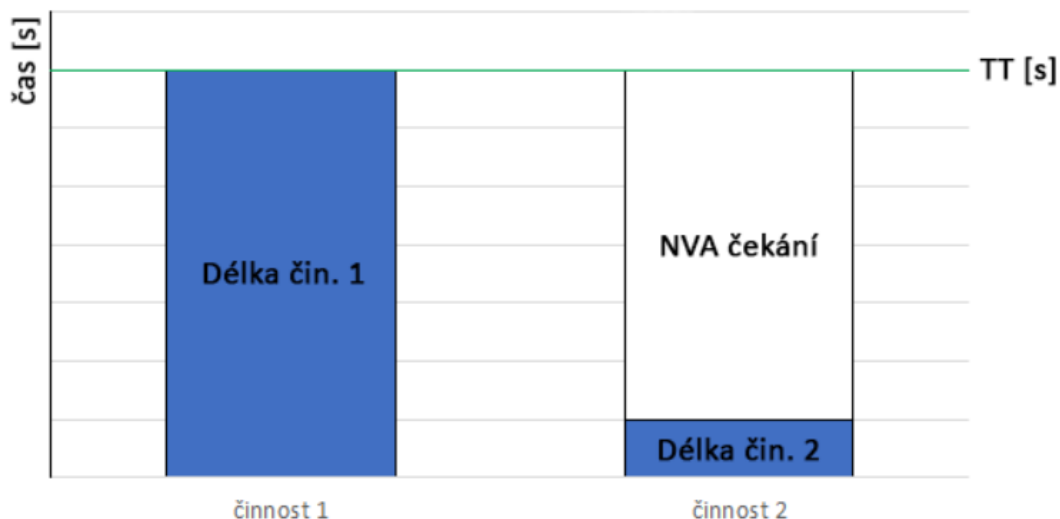
Obr. 12 Ukázka analýzy MMA [15].

1.4.4 Optimalizace výrobního taktu

Jedním z efektivních nástrojů pro snížení míry plýtvání je optimalizace výrobního taktu. Účelem je snížení a v nejlepším případě úplná eliminace doby NVA čekání. Toho se dá docílit pouze tak, že bude výrobní takt pro všechna pracoviště stejný. [10]

Pro tuhle optimalizaci je nutné nejdřív zjistit časy, za které každé z pracovišť vyrobí jeden kus výrobku. Poté se určí TT, který se rovná času výroby jednoho kusu na nejdelší výrobní operaci (všechna ostatní pracoviště musí počkat). Dále se určí, kolik času musí jednotlivá pracoviště čekat. [10]

Příklad neoptimalizovaného výrobního taktu je na obrázku 13:



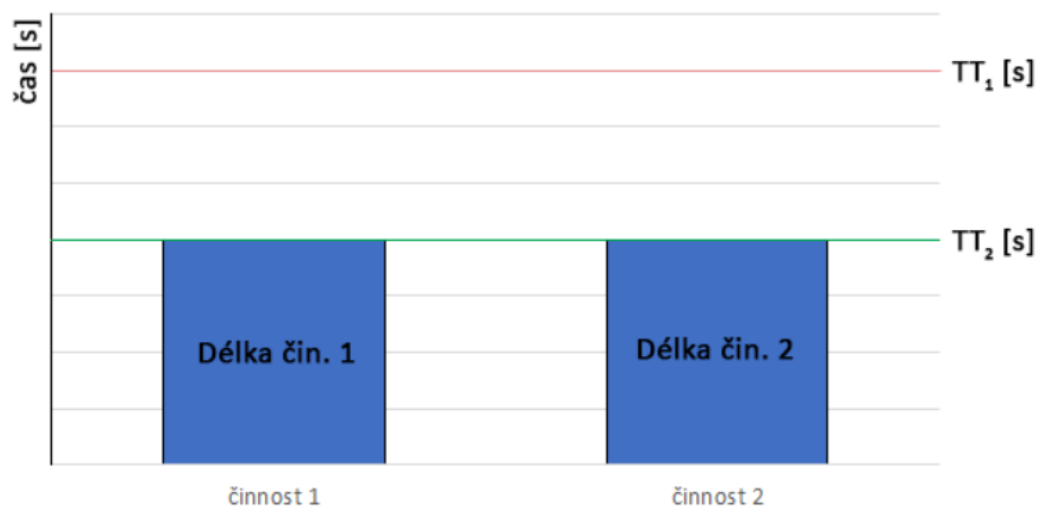
Obr. 13 Příklad neoptimalizovaného výrobního taktu.

V další fázi už dochází k optimalizaci, jejíž cílem je vyrovnaní dob výroby jednoho kusu výrobku. Toho se dá docílit mnoha způsoby jako například [10]:

- zrychlení výroby přidáním více pracovišť stejného typu,
- zrychlení přidáním většího množství operátorů na pracoviště – nutné dodržet podobnou hodnotu efektivity práce,
- zrychlení implementací efektivnější technologie,
- vyrovnaní automatizací části činností – v průběhu kterých se operátor může věnovat jiné činnosti,
- vyrovnaní přesunutím činností z nejdelší výrobní operace na jinou – možné pouze v případě, je-li možné dané pracoviště k dané činnosti přizpůsobit za přiměřenou investici.

Jsou-li časy výstupu jednoho kusu výrobku pro všechna pracoviště stejné, systém je optimalizován, jak nejlíp je to jen možné. [10]

Příklad optimalizovaného výrobního taktu je na obrázku 14.



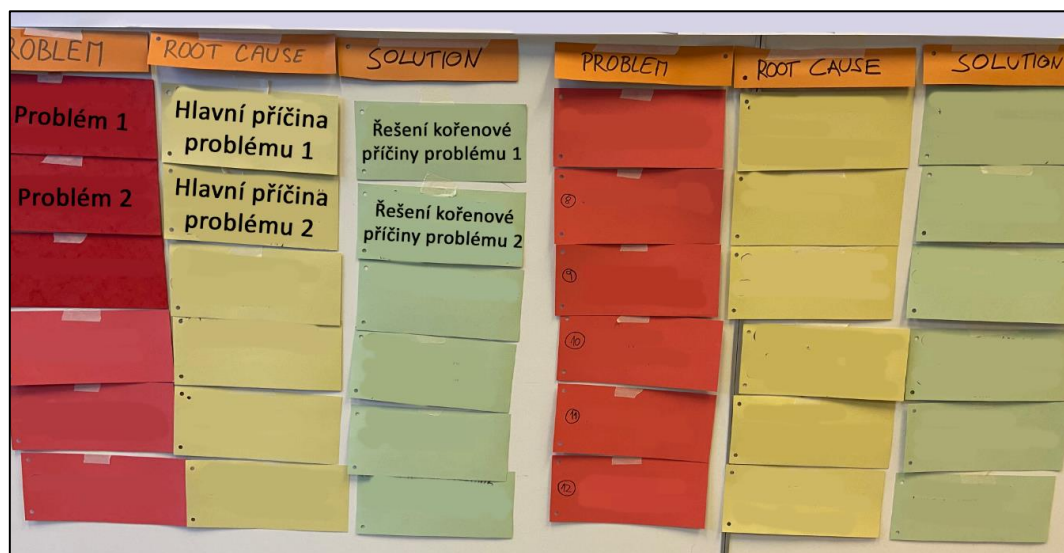
Obr. 14 Příklad optimalizovaného výrobního taktu

1.4.5 Analýza kořenových příčin

Analýza kořenových příčin (*root cause analysis* – RCA) je nástroj umožňující systematický proces identifikace problémů, jejich hlavních příčin a přístupů, jak na ně reagovat. RCA je založena na myšlence, že efektivní řízení vyžaduje více než jen řešení vzniklých problémů, ale také nalezení způsobu, jak jim předcházet. [10]

Nejdříve se do sloupce vypíší identifikované problémy výrobního systému (obvykle na základě jiných analýz). Poté se do vedlejšího sloupce ke každému problému přepíše jeho hlavní příčina a do dalšího sloupce řešení této příčiny. Na RCA obvykle spolupracují veškerá oddělení zapojená do výrobního systému společnosti. [10]

Příklad podoby RCA (s vymazanými údaji) je na obrázku 15.



Obr. 15 Příklad RCA analýzy [15]

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

2.1 Představení společnosti Gebauer & Griller

Firma Gebauer & Griller, s.r.o. (GG) má své sídlo a výrobní závod v Mikulově. Zabývá se výrobou a montáží kabelových svazků pro automobilový průmysl. Jejimi zákazníky jsou celosvětově známé automobilky jako Daimler, Volkswagen, BMW, Ferrari, Bugatti a mnoho dalších. GG byla založena roku 1994, má přibližně 1500 zaměstnanců a závod má rozlohu přibližně 25 000 m². Spadá pod GG Group, v rámci níž je největší dceřinou společností. [16]



Obr. 16 Fotografie závodu společnosti Gebauer a Griller Kabeltechnik [16].

GG Group je globální obchodní skupina zabývající se výrobou technicky vyspělých kabelů a kabelových svazků určených pro automobilové a průmyslové aplikace. Mimo Českou republiku se závody nacházejí také v Rakousku, Německu, Moldavsku, Číně, Spojených státech a Mexiku. Od roku 2017 se celkový počet zaměstnanců obchodní skupiny pohybuje kolem 4000 a roční obrát je přibližně 500 milionů euro. [16]

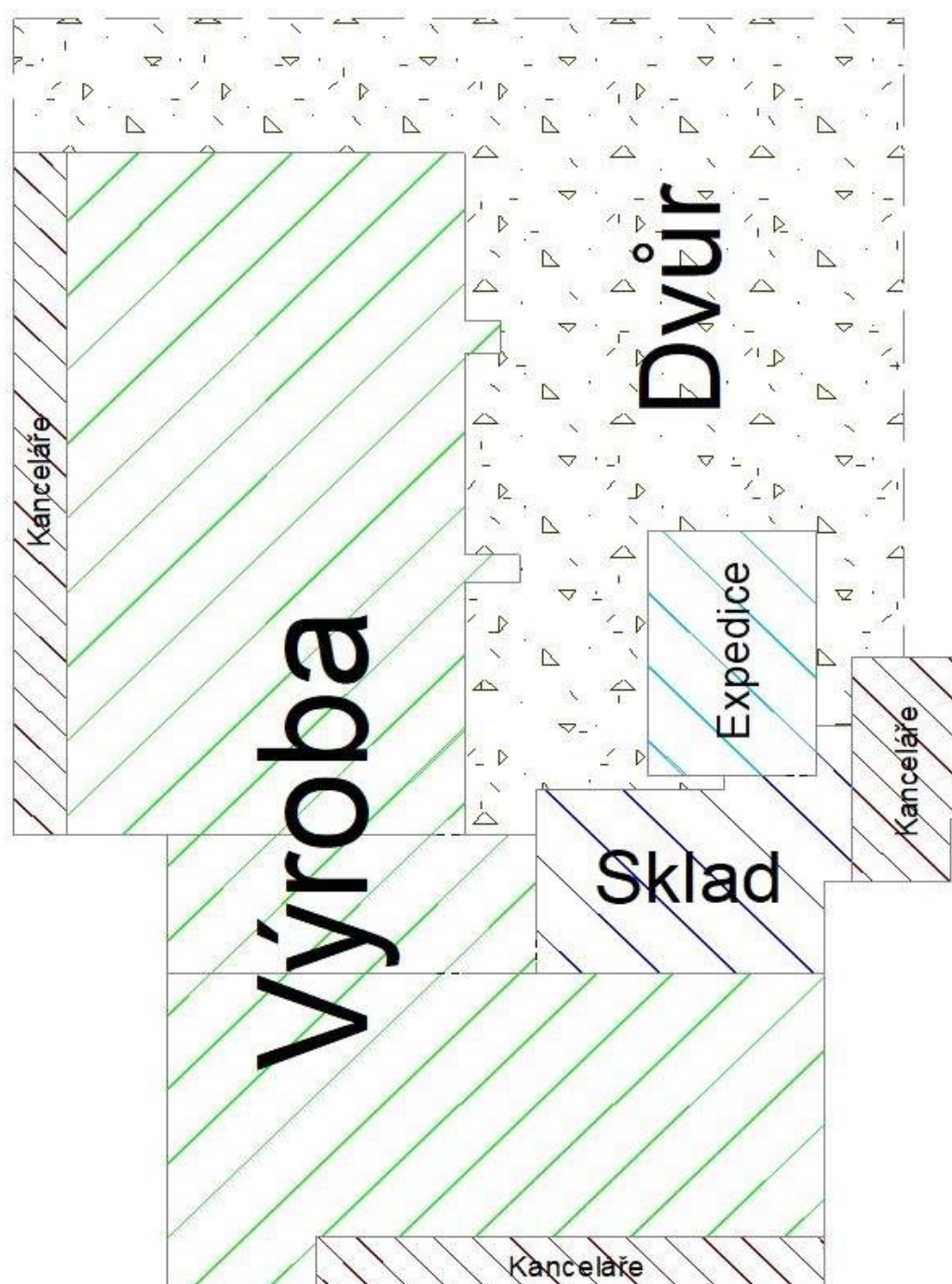
Společnost vznikla ve 40. letech v Linci jako rodinný podnik vyrábějící propojovací a odporové dráty. V průběhu následujících 20 let se výroba přesunula do Vídně, kde se postupem času vypracovala na největšího dodavatele kabelů a vodičů s termoplastickou izolací v Rakousku. Díky specializaci ve výrobě vodičů s plastovou izolací se firma v 70. letech stala významným partnerem automobilového průmyslu. Devadesátá léta vedla k rozšíření portfolia v celém dodavatelském řetězci a získání první certifikace kabelárny na celém světě podle standardu VDA 6.1. V důsledku toho se začaly zakládat dceřiné společnosti po celém světě a nyní je GG Group světovým lídrem v oblasti výroby kabelů pro automobilový průmysl. [16]

2.1.1 Rozdělení závodu

Podle účelu se dá plocha závodu rozdělit následovně:

- **výrobní haly** ($\approx 17\,500\text{ m}^2$) – zde výrobky získávají svoji přidanou hodnotu,
- **sklad** ($\approx 2\,200\text{ m}^2$) – místo, kde dochází ke kontrole balení a přidání expedičních údajů,,
- **expedice** ($\approx 1\,400\text{ m}^2$) – zde se zboží nakládá do vozů a odesílá zákazníkům
- **dvůr** – příjezdovou cestu pro kamiony a úložný prostor pro bubny s kabely,
- **ostatní** – prostor kanceláří, údržbových dílen a laboratoří (např. kvalita, metrologie).

Vizualizace výrobního závodu je na obrázku 17.



Obr. 17 Rozdělení závodu GG.

2.2 Výrobní systém

V dané kapitole je popsán výrobní cyklus kabelových svazků v GG. Taktéž je rozebíráno skladování kabelů a potřebného materiálu. Základními výrobními operacemi pro všechny produkty jsou řezání, lisování, plazmové svařování a manuální montáž. Veškeré procesy jsou popsány a vizualizovány na vzorovém produktu, jímž se tato práce zabývá.

2.2.1 Vzorový produkt

Výrobní řada, již se tahle práce zabývá, obsahuje několik výrobků, které jsou svými parametry téměř identické – liší se pouze délkou. Veškeré stroje ve výrobním procesu jsou univerzální, což v tomhle případě znamená, že dokážou vyrábět všechny produkty této řady ve stejném čase a se stejnými náklady. Z tohoto důvodu je možné využít vzorový produkt, který bude představovat celou výrobní řadu.

Pro tento účel byl zvolen jednožilový kabel z hliníku pro rozvod elektrické energie. Jeho funkcí je vedení elektřiny z baterie do ostatních částí motoru automobilu. Daný kabel můžeme vidět na obrázku 18.



Obr. 18 Vzorový produkt.

2.2.2 Materiál

Kabely

Vyrábějí se v Poysdorfu v přidruženém závodě *Gebauer & Griller Kabelwerke GmbH*. Jsou doručovány navinuté na dřevných bubnových zásobnících, které usnadňují skladování, manipulaci a řezání. Dovezené bubny jsou skladovány ve venkovním prostoru závodu. Odtud jsou vysokozdvížnými vozíky postupně po jednom dováženy do výrobní haly, kde dochází k jejich temperaci – jsou zahřáty na pokojovou teplotu a zbaveny vlhkosti. Provádí se za účelem snížení zmetkovitosti při jejich následném řezání. Skladování funguje podle principu FIFO. Spotřebovaný materiál se na konci dne objednává, aby mohl být doplněn do stanovené míry zásob. [17]



Obr. 19 Bubny s kabely.

Komponenty

Firma GG pracuje s velkým množstvím různých komponentů. Všechny jsou vyráběny externími firmami a téměř všechny v Německu. Pro vzorový výrobek jsou komponenty následující [17]:

- 2x kabelové oko,
- 2x smršťovací bužírka,
- etiketa s čárovým kódem (pro potvrzení některé z výrobních operací v systému).



Obr. 20 Komponenty.

2.2.3 Řezání kabelů

Účelem řezacího (či stříhacího) stroje je odstříhnout kabel na stanovené délce a odizolovat jej. Oddělený kus izolace musí zůstat na kabelu, aby nedošlo k poškození konců. Stroj je složen ze čtyř základních mechanismů, které jsou umístěny za sebou [18; 19]:

1. Mechanismus pro rozmotávání bubnů s kabelem

Zajišťuje plynulost a bezpečnost při navíjení kabelu tím, že je buben pevně zafixován. Mechanismus můžeme vidět na obrázku 21.



Obr. 21 Mechanismus pro rozmotávání bubnů s kabelem.

2. Mechanismus pro navíjení a podávání kabelu

Je tvořen systémem tří kladek sloužících pro přívod kabelu a dále dvěma ozubenými řemeny, jež kabel posouvají dále směrem k řezacímu mechanismu. Mechanismus dovede měřit délku kabelu, jež jím prochází. Můžeme jej vidět na obrázku 22.



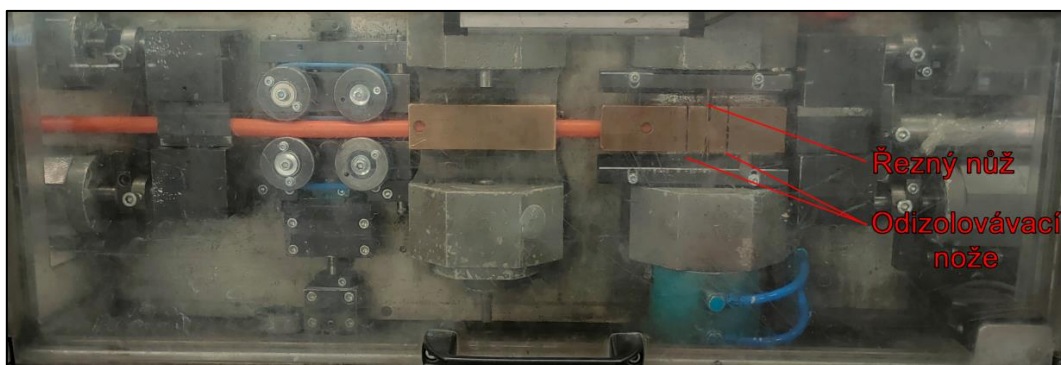
Obr. 22 Mechanismus pro navíjení a podávání kabelu.

3. Řezací mechanismus

Tvoří ho hlavní řezný nůž a dva odizolovávací nože. Nejdřív proběhne stříh a poté odizolování rychlým protipohybem kabelu. Kabel je dále posunut dopravníkem do ukládacího systému. Tento mechanismus můžeme vidět na obrázcích 23 a 24.



Obr. 23 Řezací mechanismus.



Obr. 24 Řezací nože.

4. Ukládací systém s dopravníkem

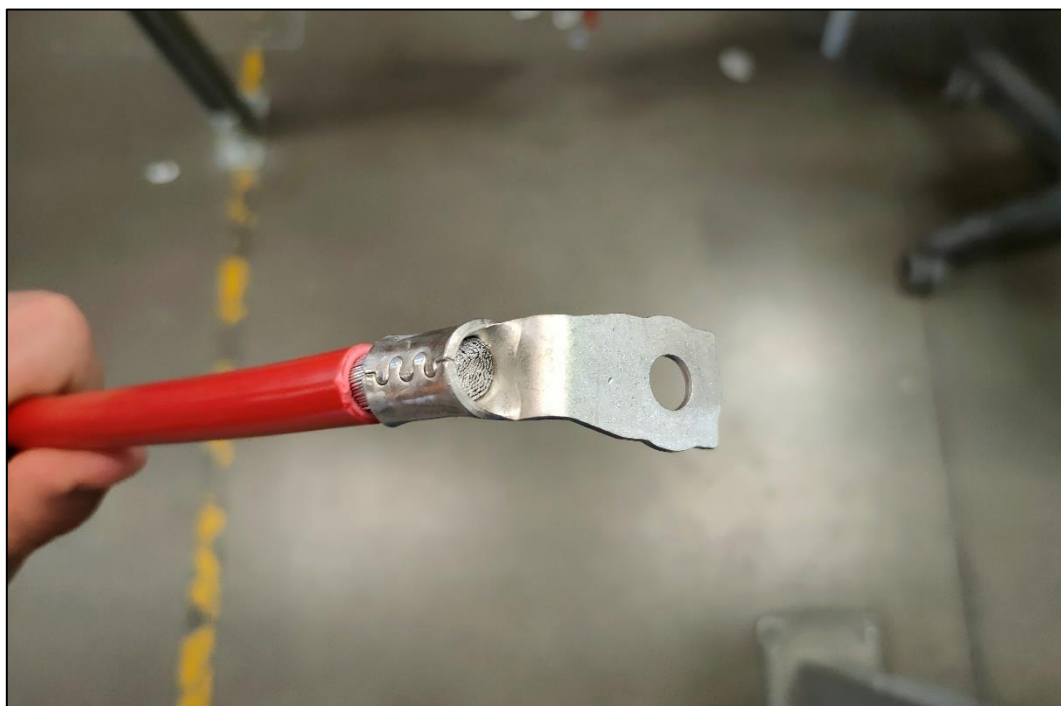
Pro projetí dopravníkem kabel spadne do zásobníku, odkud ho pracovník po určitém počtu kusů zavěsí buď na dopravník s háky, nebo na speciální stojan. První ustřížený kabel se musí přeměřit a poté se spustí automatická výroba, kde se dále měří přibližně každý dvacátý kus. Pokud se vlivem závady stane, že kabel neodpovídá rozměrům (například proklouznutím kladek), výroba se zastaví, kabely v zásobníku se vloží do bedny určené pro *scrap* (odpad na recyklaci) a stroj je nutno přeprogramovat.



Obr. 25 Ukládací systém se zásobníkem

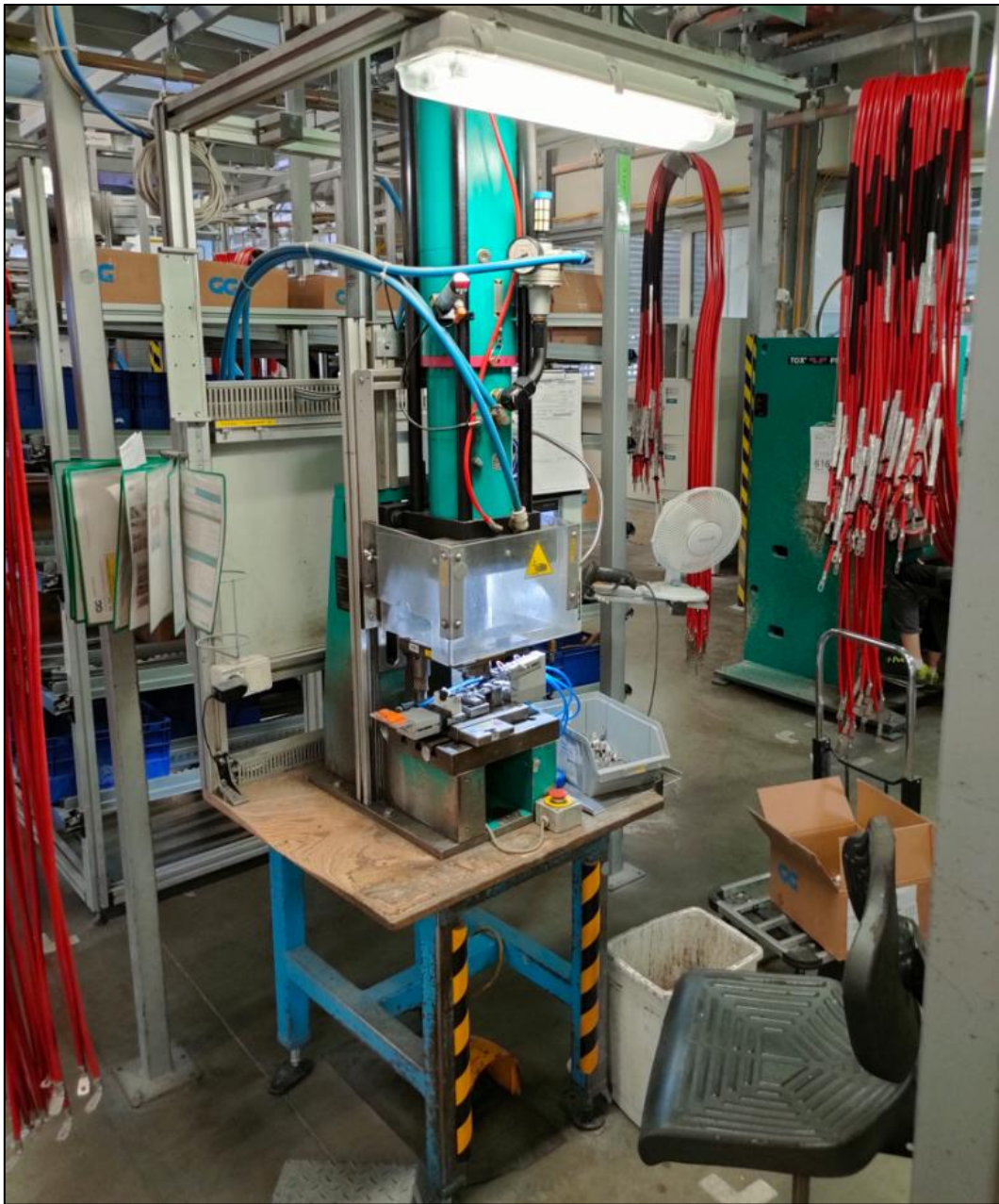
2.2.4 Lisování kabelových ok

Následným procesem je lisování (krimpování) kabelových ok na jednu či obě strany kabelu. Cílem je vytvoření pevného spojení mezi okem a vodičem kabelu. Dochází zde ke tváření za studena, následkem čehož vznikne trvalá plastická deformace. Je důležité, aby těsnost byla podobná jako u svaru, aby bylo dosaženo příslušné vodotěsnosti a plynotěsnosti [18; 19]. Správně slisované oko je vidět na obrázku 26.



Obr. 26 Správně slisované kabelové oko.

K danému účelu se využívají krimpovací lisy. Jeden z nich lze vidět na obrázku 27.

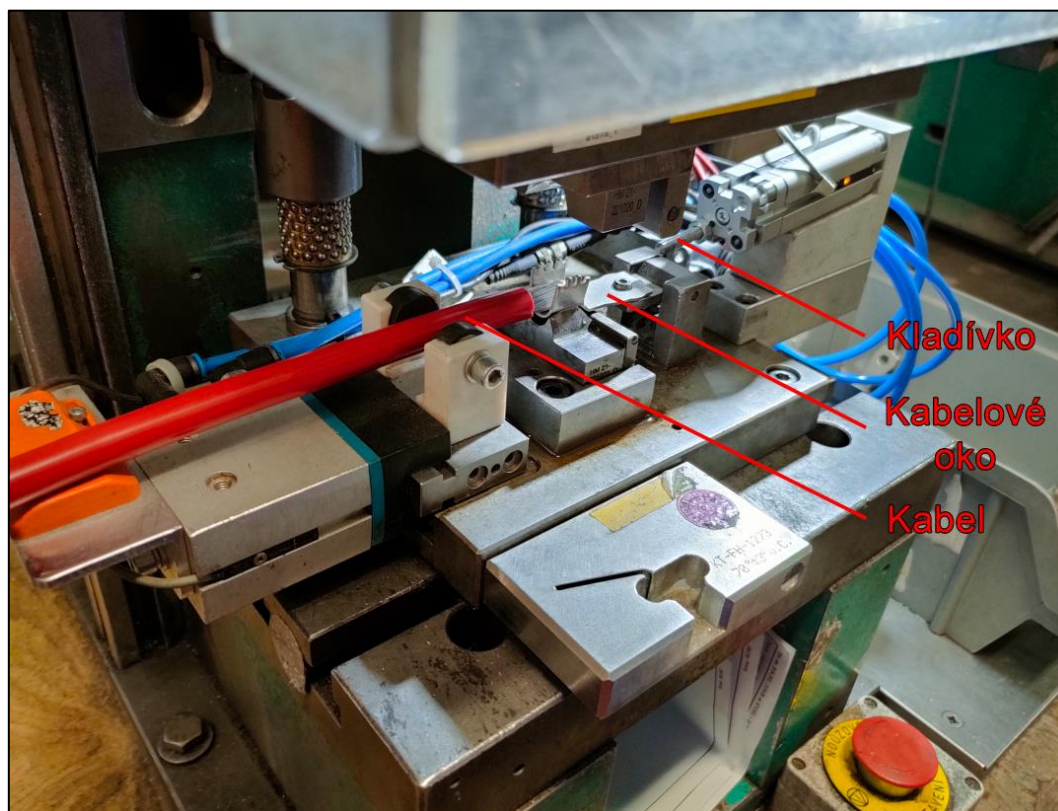


Obr. 27 Krimpovací lis.

Postup lisování kabelového oka [19]:

1. Vložit kabelové oko do krimpovací hlavy.
2. Odstranit zbytek izolace uříznuté v minulé operaci a vložit konec kabelu mezi svorky.
3. Stlačení pedálu pro spuštění lisovacího procesu.

Dorazem kladívka se ověří přítomnost kabelu a senzorem přítomnost oka. Následně se spustí bezpečnostní kryt a poté proběhne lisovací proces. V případě vzorového produktu jsou dva lisovací stroje za sebou a každý z nich krimpuje jednu stranu kabelu [19].



Obr. 28 Detail lisovací hlavičky.

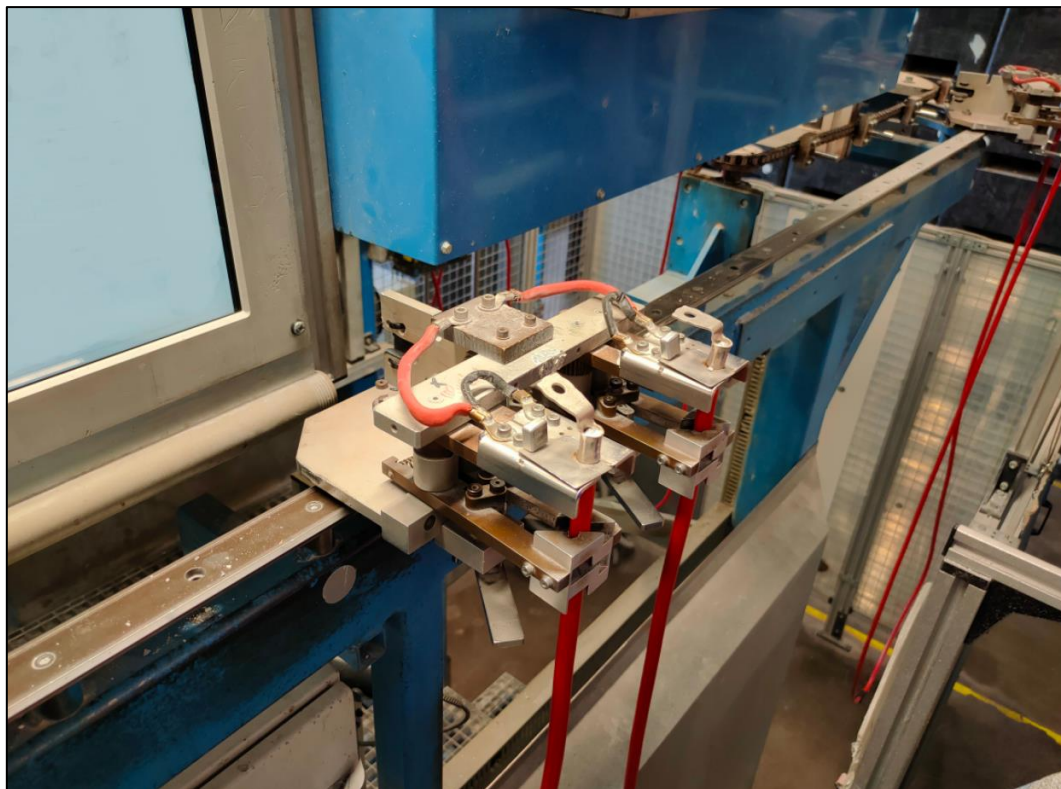
2.2.5 Plazmování kabelových ok

Pro zajištění dokonalé plynutěsnosti se kabely dále plazmují. Vrstva cínu vyplní prostor nad uřízlým koncem drátu uvnitř kabelového oka. Jedná se o specifickou kombinaci plazmování a tvrdého pájení. K tomuto účelu se využívá agregát na bázi argonu, který dokáže vytvořit teploty až 1 000°C za velmi krátký čas, díky čemuž je možné dosáhnout 4. stupně skupenství – plazmy. Při kontaktu se vzduchem klesá na přibližně 600°C, což je právě teplota pro tvrdé spájkování hliníku. K danému účelu se využívá speciální stroj, který můžeme vidět na obrázku 29. [18]



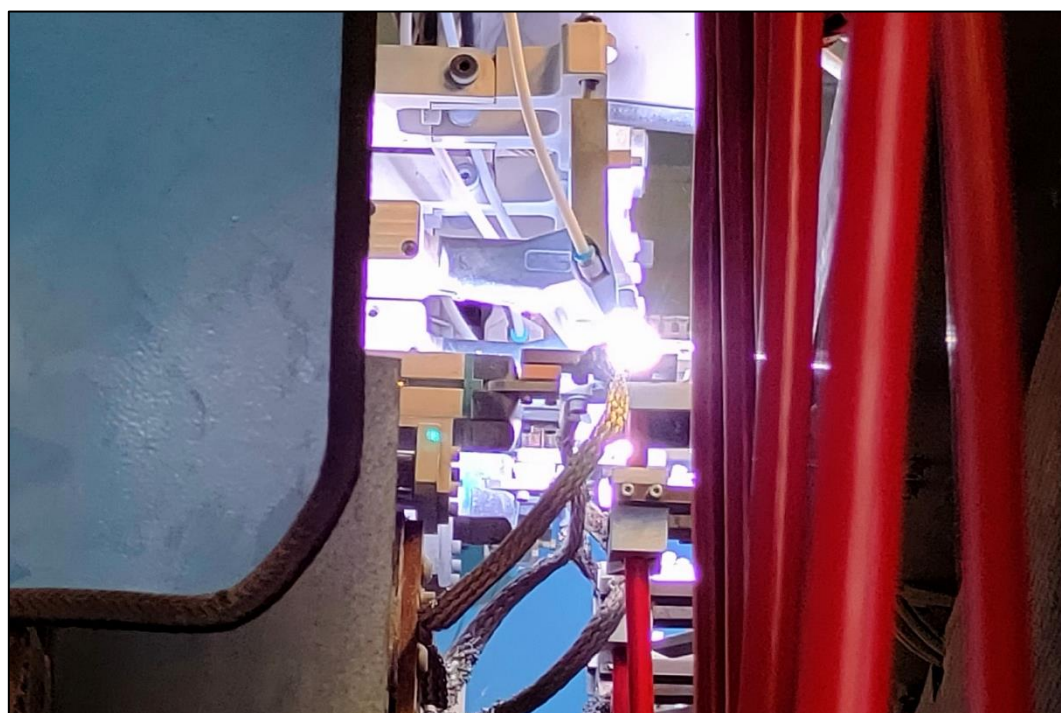
Obr. 29 Plazmová svářečka.

Stroj zpracovává dva kabely současně. Nejdříve se kabely upnou do čelistí, které se pomocí řetězového mechanismu postupně posouvají do komory. Upnutí můžeme vidět na obrázku 30. [18; 19]



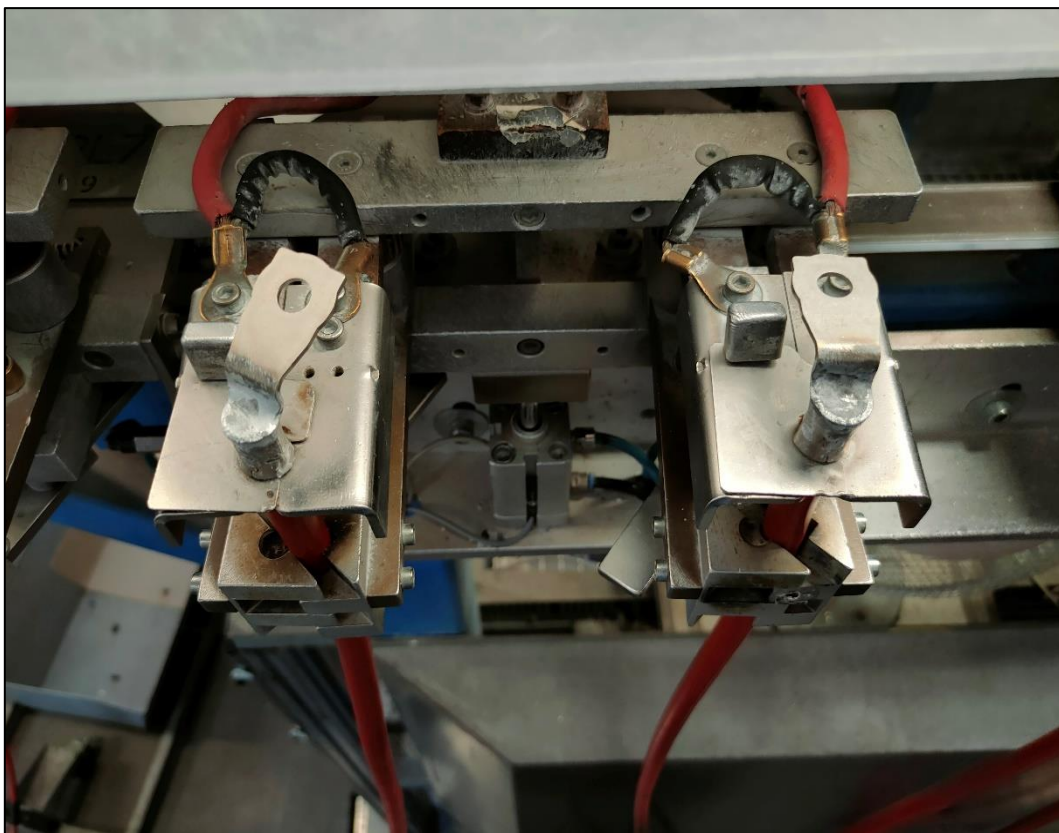
Obr. 30 Čelisti s řetězovým mechanismem.

Jakmile čelisti dorazí do plazmovací komory, k okům se přisunou přívody cínu. Poté se přisunou hořáky, které cín roztaví a zahřejí samotná oka. Roztavený cín vyplní kabelové oko. [18]



Obr. 31 Plazmovací komora.

Mezitím, co daný proces probíhá, operátor sundává již zaplazmované kabely, kovovým kartáčem čistí jejich oka, ukládá je do plastové krabice a upevňuje další kabely. Správně naplazmovaná oka můžeme vidět na obrázku 32. [19]



Obr. 32 Naplazmovaná kabelová oka v čelistech.

2.2.6 Finální montáž

Montáž slouží pro přidání komponentů na kabel. Obvykle se jedná o etikety, smršťovací bužírky a stahovací pásy. V případě vzorového produktu se přidávají pouze dvě bužírky a etiketa. Probíhá na speciálně upraveném pracovním stole, jenž zpracovává dva až tři kabely současně a na kterém se nachází [19]:

- mechanismus pro upevnění kabelů – obsahuje kladky, kolem kterých se kabely omotají, a přípravky, do kterých se upnou kabelová oka;
- topení pro smrštění bužírek – horký vzduch;
- termotransferová tiskárna na etikety s čárovým kódem;
- čtečka čárových kódů.

Tento stůl můžeme vidět na obrázku 33.



Obr. 33 Pracovní stůl pro finální montáž.

Průběh finální montáže je následující [19]:

1. Z krabice se vytáhne jeden kabel a umístí se na pracovní stůl.
2. Přes obě kabelová oka se přetáhnou smršťovací bužírky.
3. Kabel se omotá kolem kladky a obě jeho oka se upevní v příslušných přípravcích.
– Kroky 1 a 2 se opakují, dokud se neupevní všechny kabely dle kapacity pracovního stolu (vždy 2 nebo 3).
4. Stroj změří hodnotu odporu kabelů.
5. Bužírky se posunou na správnou polohu a přisune se topení pro jejich smršťování (všechny současně).
6. Na příslušná místa na kabelech se nalepí etikety a oskenují se.
7. Kabely se uvolní, vyndají se z pracovního stolu a pověsí na speciální věšák pro zchladnutí.

V průběhu kroků 3 a 4 se již zchladlé kabely smotávají a vkládají do beden pro expedici. Velikost odeslané dávky závisí vždy na počtu poptávaných kusů (*demandu*), který se týden od týdne mění. [19]

2.3 Analýza výrobního systému

Daná kapitola popisuje aplikaci analýz jak na výrobní systém jako celek, tak i na jeho jednotlivé fáze. Cílem je zjištění hodnot příslušných ukazatelů výkonnosti u sledovaných procesů. Výstupem bude identifikace zásadních problémů systému.

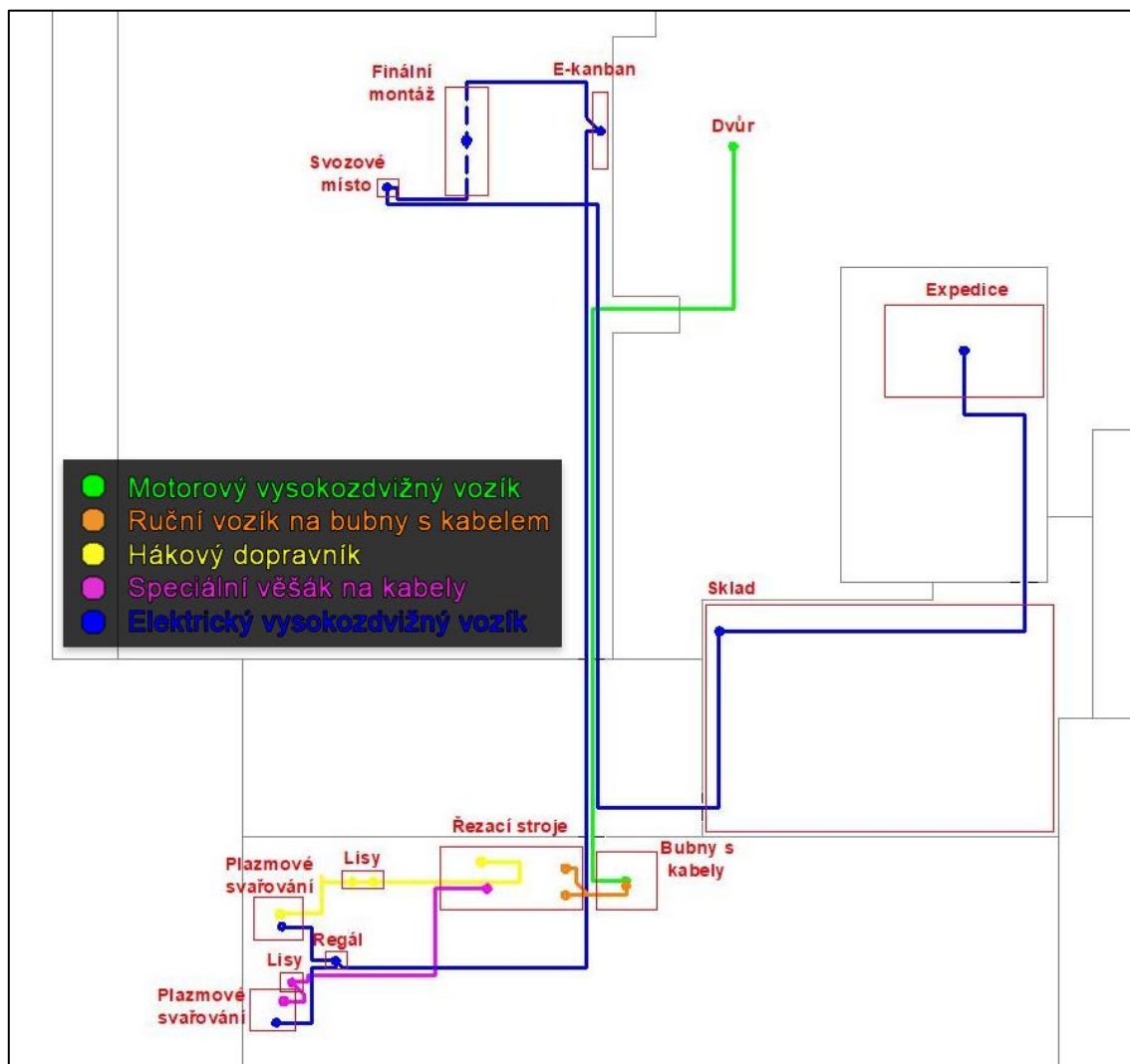
2.3.1 Analýza materiálového toku

Účelem je zjistit hodnoty metrik, díky kterým bude možné zhodnotit současný stav toku materiálu a manipulace s ním.

Přehled kroků v materiálovém toku vybraného výrobního procesu vypadá následovně:

1. Na dvoře je motorovým vysokozdvížným vozíkem vyzvednut buben s kabelem a je dovezen do vnitřních prostorů pro ukládání bubnů a jejich temperaci.
– zde se materiálový tok dělí na dvě cesty s vlastními stroji stejného typu, které se později zase spojí – zjednodušeně cesty A a B
- 2A. Buben je ručním vozíkem na bubny převezen k řezacímu stroji A a vložen do rozmotávacího mechanismu
- 2B. Buben je ručním vozíkem na bubny převezen k řezacímu stroji B a vložen do rozmotávacího mechanismu
- 3A. Nařezané kabely jsou hákovým dopravníkem doručeny k lisům A.
- 3B. Nařezané kabely jsou speciálními vozíky s věšáky doručeny k lisům B.
– lisy jsou dva a každý z nich krimpuje oko na svojí straně kabelu
- 4A. Kabely s oky jsou hákovým dopravníkem doručeny k plazmové svařovačce A
- 4B. Kabely s oky jsou speciálními vozíky s věšáky doručeny k plazmové svařovačce B
5. Zaplazmované kabely jsou skládány do plastové krabice (rozměru europalety) a elektrickým vysokozdvížným vozíkem dopraveny do regálu pro vyzvednutí a převezení do sektoru finální montáže
– zde se cesty A a B spojují
6. Převezení do E-kanbanu elektrickým vysokozdvížným vozíkem
7. Převezení na finální montáž elektrickým vysokozdvížným vozíkem
8. Doručení hotových výrobků na předávací místo pro skladníky elektrickým vysokozdvížným vozíkem
9. Převezení na sklad pro kompletaci balení elektrickým vysokozdvížným vozíkem
10. Převezení na expedici elektrickým vysokozdvížným vozíkem pro odeslání na externí sklad

Tok je vizualizován na obrázku 34.



Obr. 34 Vizualizace materiálového toku.

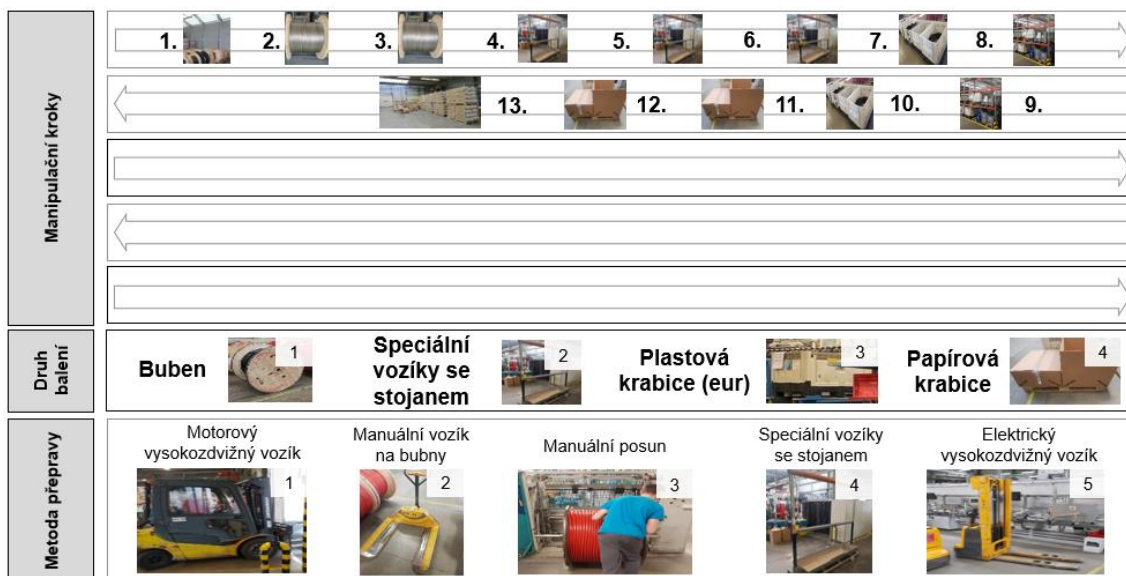
Přehled manipulačních činností, přepravních jednotek a metod přepravy:

Přehled na trase A je zobrazen na obrázku 35.

Manipulační kroky	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	→
	←	14.	13.	12.	11.	10.	9.		
									→
									←
									→
Druh balení	Buben	Hákový dopravník	Plastová krabice (eur)	Papírová krabice					
Metoda přepravy	Motorový vysokozdvíhový vozík	Manuální vozík na bubny	Manuální posun	Hákový dopravník	Elektrický vysokozdvíhový vozík				

Obr. 35 Manipulační činnosti, přepravní jednotky a metody přepravy trasy A.

Přehled na trase B je zobrazen na obrázku 36.



Obr. 36 Manipulační činnosti, přepravní jednotky a metody přepravy trasy B.

Výpočet ukazatelů výkonnosti:

1. Nejdříve bylo nutné zjistit vzdálenosti mezi jednotlivými stanovišti v celém výrobním procesu (získáno z 2D modelu *layoutu* firmy) a počet cest mezi těmito stanovišti, který se vypočítal pomocí týdenního požadavku od zákazníka (*weekly demand*):

$$\text{Počet cest mezi stanovišti} = \frac{\text{průměrný týdenní požadavek od zákazníka}}{5 * \text{kapacita balení}} \quad (\text{zaokr. } \uparrow)$$

Vynásobením těchto dvou hodnot byly získány celkové vzdálenosti mezi stanovišti, které zaměstnanec urazí s materiálem či hotovým výrobkem za 24 hodin.

2. Dále se tyto hodnoty podělí rychlostmi dopravních prostředků, čímž získáme celkové časy jednotlivých přeprav za 24 hodin. Počítá se s $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, jelikož je to maximální povolená rychlost jakéhokoli přepravního prostředku ve výrobní hale a zároveň obvyklá rychlost chůze dospělého člověka na rovném terénu. To je přibližně $1,39 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Tato metoda nejde aplikovat na hákový dopravník a hodnoty byly získány měřením a průměrováním časů přepravy nařezaných kabelů. Výpočty můžeme vidět v tabulkách 2 a 3 u tras A a B.

Tab. 2 Výpočty vzdálenosti transportu a jeho časů na trase A.

Trasa A								
č.	počáteční místo	konečné místo	dopravní prostředek	vzdál. [m]	počet/den	vzdál./den [m]	čas cesty [s]	čas/den [s]
1.	Dvůr	Bubny na temperaci	Motorový vysokozdvíhací vozík	135,4	7	947,8	97,41	681,87
2.	Bubny na temperaci	Řezačka A	Ruční vozík na bubny	14,4	7	100,8	10,36	72,52
3.	Řezačka A	Řezačka A	Ruční manipulace	1,5	113	169,5	0,00	0,00
4.	Řezačka A	Lis A1	Hákový dopravník	30,2	113	3412,6	33,00	3729,00
5.	Lis A1	Lis A2	Hákový dopravník	3,1	113	350,3	4,00	452,00
6.	Lis A2	Plazmová svařovačka A	Hákový dopravník	17,2	113	1943,6	16,00	1808,00
7.	Plazmová svařovačka A	Regál	Elektrický vysokozdvíhací vozík	16	17	272	9,00	153,00
8.	Regál	E-Kanban	Elektrický vysokozdvíhací vozík	161,8	17	2750,6	131,00	2227,00
9.	E-Kanban	Finální montáž	Elektrický vysokozdvíhací vozík	27,1	17	460,7	30,00	510,00
10.	Finální montáž	Předávací místo	Elektrický vysokozdvíhací vozík	13,6	19	258,4	17,00	323,00
11.	Předávací místo	Expedice	Elektrický vysokozdvíhací vozík	255,5	9,5	2427,25	183,81	1746,22
			Celkem transport	675,8		13093,55		11702,61
			Interní transport	284,9		9718,5		9274,52
			Externí transport	390,9		3375,05		2428,09

Tab. 3 Výpočty vzdálenosti transportu a jeho časů na trase B.

Trasa B							
č.	počáteční místo	konečné místo	dopravní prostředek	vzdál. [m]	počet/den	vzdál./den [m]	čas cesty [s]
1.	Dvůr	Bubny na temperaci	Motorový vysokozdvížený vozík	135,4	5	677	97,41
2.	Bubny na temperaci	Řezačka B	Ruční vozík na bubny	10,4	5	52	7,48
3.	Řezačka B	Řezačka B	Ruční manipulace	1,5	31	46,5	0,00
4.	Řezačka B	Lisy B1 a B2	Speciální vozík se stojanem	42,7	31	1323,7	37,00
5.	Lisy B1 a B2	Plazmová svařovačka B	Speciální vozík se stojanem	8,8	31	272,8	5,00
6.	Plazmová svařovačka B	Regál	Elektrický vysokozdvížený vozík	18	31	558	10,00
7.	Regál	E-Kanban	Elektrický vysokozdvížený vozík	161,8	31	5015,8	131,00
8.	E-Kanban	Finální montáž	Elektrický vysokozdvížený vozík	27,1	31	840,1	30,00
9.	Finální montáž	Předávací místo	Elektrický vysokozdvížený vozík	13,6	18	244,8	17,00
10.	Předávací místo	Expedice	Elektrický vysokozdvížený vozík	255,5	9	2299,5	183,81
			Celkem transport	674,8		11330,2	9087,78
			Interní transport	283,9		8353,7	6946,41
			Externí transport	390,9		2976,5	2141,37

3. Dalším krokem je výpočet *FTE demand netto a brutto*, které se získají vydělením součtů příslušných časů přepravy za 24 hodin (celkový, interní a externí) ekvivalentem plného pracovního úvazku za 24 hodin (81 000 s) a výsledek se poté přímou úměrností přepočítá z 35 % na 100 %. Výpočty můžeme vidět v tabulkách 4 a 5 u tras A a B.

Tab. 4 Výpočet FTE demand netto trasy A.

Trasa A	čas za den [s]	FTE dem. netto [FTE]	FTE dem. brutto [FTE]
Celkem transport	11702,61	0,144	0,413
Interní transport	9274,52	0,115	0,327
Externí transport	2428,09	0,030	0,086

Tab. 5 Výpočet FTE demand netto trasy B.

Trasa B	čas za den [s]	FTE dem. netto [FTE]	FTE dem. brutto [FTE]
Celkem transport	9087,78	0,112	0,321
Interní transport	6946,41	0,086	0,245
Externí transport	2141,37	0,026	0,076

4. Poté se spočítá počet všech typů přepravy a všech typů manipulačních prostředků.

Typů přepravy je 6:

- motorový vysokozdvížený vozík,
- manuální vozík na bubny,
- manuální posun,
- hákový dopravník,
- speciální vozík se stojanem,
- elektrický vysokozdvížený vozík.

Typů manipulačních prostředků je 5:

- buben s kabelem,
- hákový dopravník,
- speciální vozík se stojanem,
- plastová krabice (eur),
- papírová krabice.

Výsledky:

Veškeré výsledky získané z analýzy materiálového toku jsou uvedeny v tabulce 6.

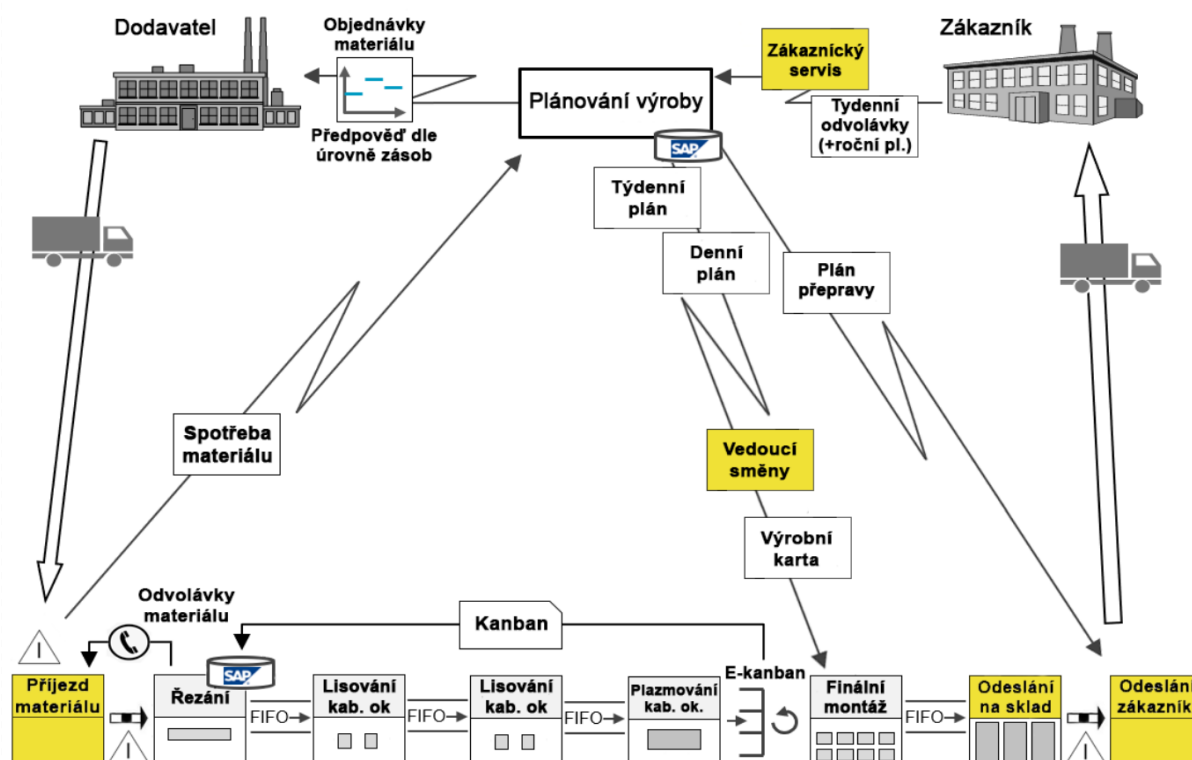
Tab. 6 Výsledky analýzy materiálového toku.

KPI	Celkový	Interní	Externí
Transport [m]	24423,8	18072,2	6351,6
FTE demand netto [FTE]	0,257	0,200	0,056
FTE demand brutto [FTE]	0,733	0,572	0,161
Typy přepravy	6		
Typy manipulačních prost.	5		

Materiál a poté hotový produkt musí denně v průměru urazit vzdálenost téměř 24,5 km, aby výroba mohla probíhat. Pro uskutečnění tohoto transportu je potřeba využít téměř tři čtvrtě pracovní doby jednoho zaměstnance na každé směně. V systému je 6 různých druhů přepravy a 5 různých druhů manipulačních prostředků.

2.3.2 Mapování toku hodnot

V podkapitole je představena *value stream* mapa (VSM), která vizualizuje daný výrobní systém od začátku do konce a s ním i veškeré materiálové a informační toky, které jsou v něm zahrnuty. Poskytuje základ pro navazující analýzy. Tato mapa je vidět na obrázku 37.



Obr. 37 Value Stream mapa.

VSM pracuje s dalšími údaji získanými ze systému SAP. Tyto informace však kvůli interním pravidlům firmy GG nebylo možno zveřejnit. Jedná se o následující:

- časy jednotlivých operací a předávání materiálu či dále hotového výrobku,
- dobu průchodu (*throughput time*),
- průměrný počet kusů výrobků, který prochází mezi jednotlivými pracovišti (na základně výrobních kapacit a týdenních požadavků výroby).

2.3.3 Analýza zásob materiálu

Záměrem tohoto rozboru je zhodnocení výše hladiny zásob v daném výrobním systému. Žádné z hodnot nemůžou být zveřejněny kvůli interním pravidlům firmy. Z tohoto důvodu jsou výsledky okomentovány slovně a vizualizovány bez jakýchkoli číselných výsledků.

Využitá data získaná z informačního systému jsou následující [7]:

1. stav zásob k určitému dni – vyjádřený v jednotkách dle povahy materiálu (m, kg, ks)
2. průměrná denní spotřeba zásob – vyjádřena vždy podle jednotky současného stavu zásob (m/den, kg/den, ks/den)
3. dodávkový cyklus [dny] – období mezi dvěma po sobě následujícími dodávkami
4. optimální velikost dodávky – množství doručeného materiálu v každé dodávce – stejná jako spotřeba materiálu mezi dodávkami:

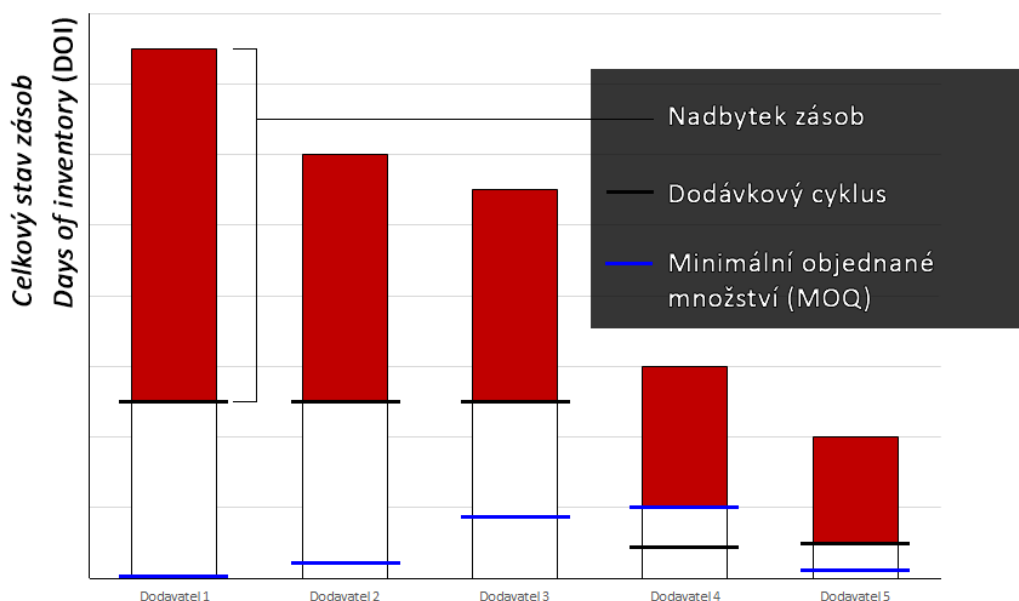
$$\text{velikost dodávky mat.} = \text{průměrná denní spotřeba zásob} * \text{dodávkový cyklus}$$

5. Minimální velikost dodávky – nejmenší množství, které je možné od dodavatele objednat v jednom cyklu

Výsledky:

Pro účely práce se počítá doba, kdy je stav zásob nejvyšší, tzn. v den jejich dodání.

Vizualizaci výsledků můžeme vidět v grafu 1.



Graf 1 Days of inventory.

Nadbytek zásob tvoří v tom nejlepším případě asi 120 % běžné spotřeby za určené období. To znamená, že se uvnitř firmy nachází materiál na nejméně 2,2 dodávkové cykly. Držení tak velkých zásob je proti zásadám štíhlé výroby.

2.3.4 Multi Moment analýzy

Daná podkapitola se věnuje aplikaci *multi moment analýzy* (MMA) na jednotlivé pracovní činnosti ve výrobním systému. Data získaná z MMA jsou zaznamenávána do speciální tabulky rozdělené na šest základních oddílů a jeden dodatečný:

1. VA (vkládání do stroje, spuštění operace, vyndání ze stroje)
2. NVA – čekání (na stroj)/hledání/komunikace
3. NVA – přeprava materiálu
4. NVA – řešení problémů
5. NVA – kontrola kvality
6. NVA – ostatní (např. pohyb bez materiálu)

* Největší problémy – oddíl slouží v podstatě jako poznámkový blok pro záznam zjevných problémů při výrobě, které byly buď vypořádány, nebo prokonzultovány s operátorem stroje

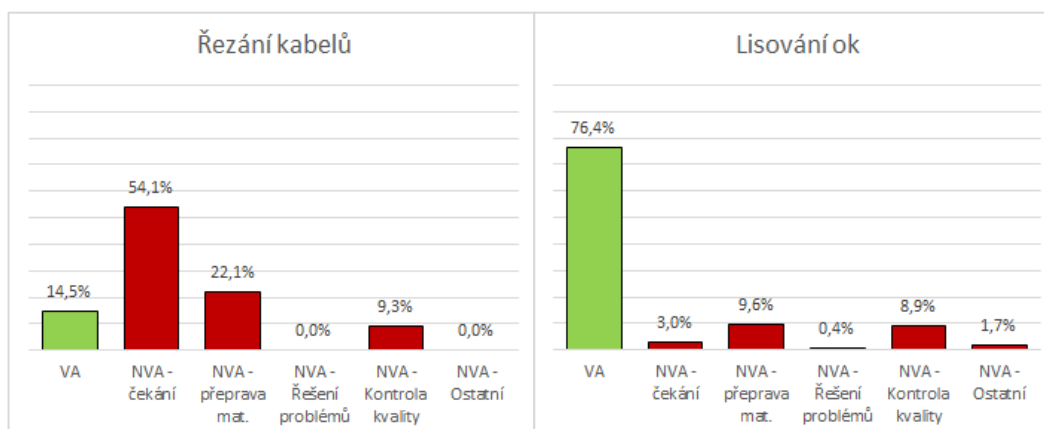
V určitou chvíli se spustí stopky a každých 5 vteřin se do tabulky zaznamená, jaký typ činnosti (1 až 6) operátor zrovna provádí. Měření trvá 30 min a provádí se dvakrát u každé výrobní operace v systému. Poté se vypočítá procentuální podíl VA a NVA činností. Stroje stejného typu (když je materiálový tok rozdělen na cesty A a B) se vyhodnocují společně.

Po ukončení měření je potřeba počty záznamů činností převést na procenta dle jejich zastoupení. U strojů stejného typu se hodnoty zprůměrují. Výsledná tabulka je následující:

Tab. 7 Výsledky MMA analýzy.

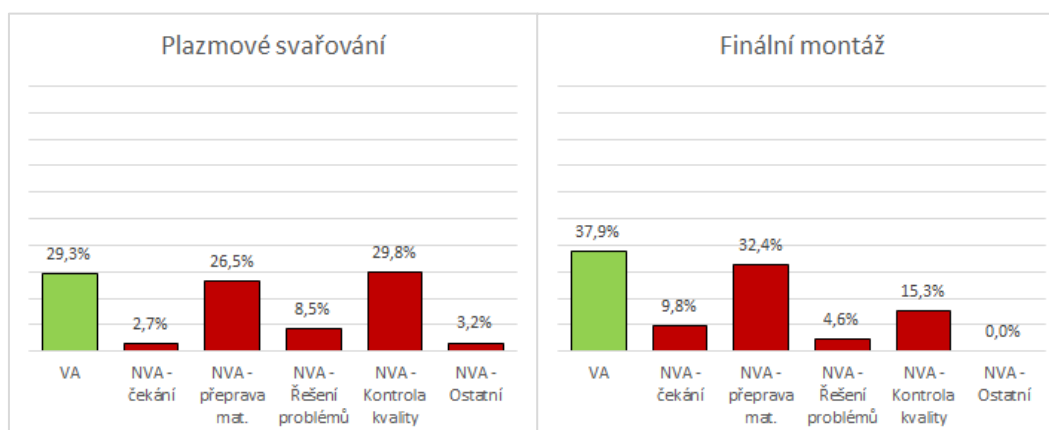
	VA	NVA - čekání	NVA - přeprava mat.	NVA - řešení problémů	NVA - kontrola kvality	NVA - ostatní
Řezání kabelů	14,5 %	54,1 %	22,1 %	0 %	9,3 %	0 %
Lisování ok	76,4 %	3,0 %	9,6 %	0,4 %	8,9 %	1,7 %
Plazmové svařování	29,3 %	2,7 %	26,5 %	8,5 %	29,8 %	3,2 %
Finální montáž	37,9 %	9,8 %	32,4 %	4,6 %	15,3 %	0 %
Manipulace materiálu	0 %	4,3 %	76,5 %	13,1 %	0 %	0 %

Vizualizace procentuálních podílů činností jednotlivých pracovišť z tabulky 7 jsou v grafech 2 až 5:



Graf 2 MMA - řezání kabelů.

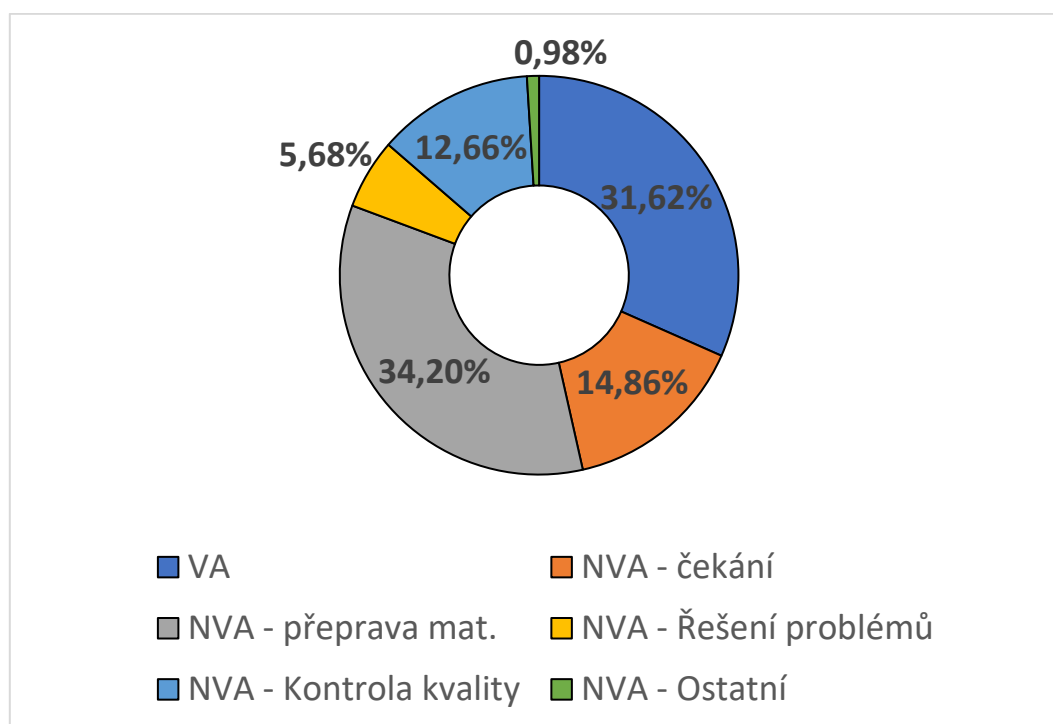
Graf 3 MMA - lisování ok.



Graf 4 MMA - plazmové svařování.

Graf 5 MMA - finální montáž.

Celkový přehled procentuálního zastoupení činností ze všech procesů (včetně manipulace materiálu) je uveden v grafu 6.



Graf 6 MMA - celkový přehled.

Dle výsledků MMA bylo zjištěno, že VA činnosti mají ve výrobním systému zastoupení přibližně 32 %, zatímco NVA 68 %. Čím menší podíl NVA operací, tím k menšímu plýtvání dochází, avšak není reálné je eliminovat úplně. Nejzávažnějším problémem (i dle pozorování) je v daném systému přeprava materiálu a čekání.

2.3.5 Analýza výrobních taktů

Podkapitola rozebírá a vizualizuje stanovené výrobní takty pracovišť dle počtu operátorů ve výrobním systému. Výstupem bude zjištění, při jakých podmínkách dochází k největšímu čekání, a na základě této informace odhalení potenciálních úzkých míst v systému.

Výrobní systém pracuje buď se 4, 7, 10 nebo 13 operátory výroby (manipulant se nebere v potaz, jelikož přímo nevstupuje do systému) – podle velikosti požadavků zákazníka. Analyzovat se bude vždy jedna výrobní směna a to jak pomocí dat ze systému (trvání výrobních operací), tak i pozorováním. Vzhledem k interním pravidlům firmy GG nebude možné zveřejnit časy výrobních operací a ani množství hotových výrobků, které ze systému vystupují. Z tohoto důvodu bude *takt time* v případě práce čtyř operátorů označen jako neznámá X a počet vystupujících výrobků jako Y . Veškeré ostatní veličiny budou vyjádřeny pomocí těchto dvou neznámých.

Výrobní takt při práci 4 operátorů:

Tab. 8 Rozdělení práce ve 4 operátorech.

Výrobní operace	Řezání kabelů	Lisování ok 1 a 2, plazmové svařování	Finální montáž
Počet operátorů	1	1	2

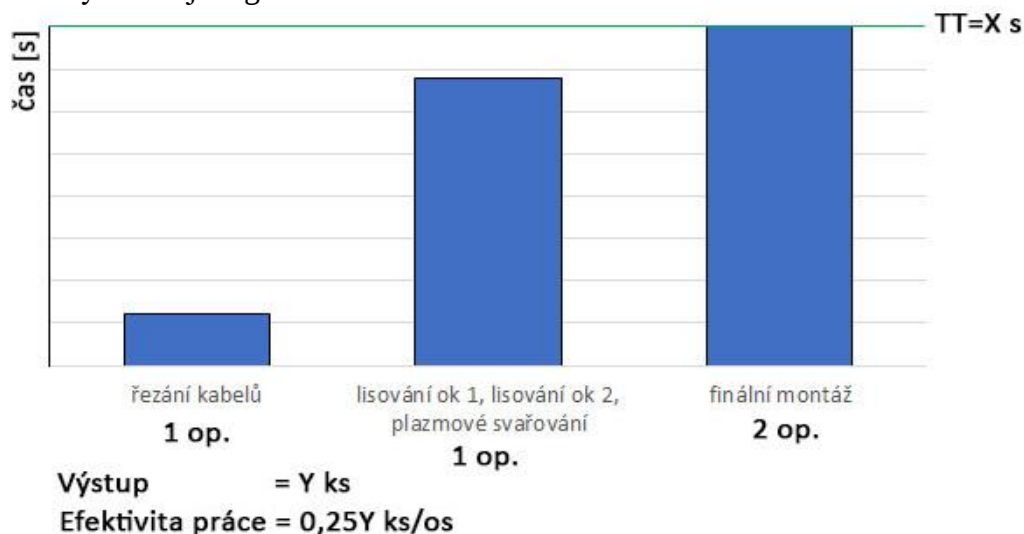
Takt time se rovná času výroby jednoho kusu tou nejpomalejší operací (či skupinou operací), což je dle systému finální montáž. Tato hodnota bude tedy X s. Výstup se dopočítá pomocí čistého pracovního času jedné směny (7,5 h = 27 000 s) následujícím způsobem:

$$\text{výstup [ks]} = \frac{\text{čistý pracovní čas směny [s]}}{\text{takt time [s} \cdot \text{ks}^{-1}]} = Y \text{ ks}$$

Podle výstupu a FTE (počet zaměstnanců v procesu) se pak dopočítá efektivita práce:

$$\text{efektivita práce [ks/osobu]} = \frac{\text{výstup [ks]}}{\text{FTE [osoby]}} = \frac{Y}{4} = 0,25Y \text{ ks/os.}$$

Vizualizace výsledků je v grafu 7.



Graf 7 Výrobní takt při 4 operátorech.

Výrobní takt při práci 7 operátorů:

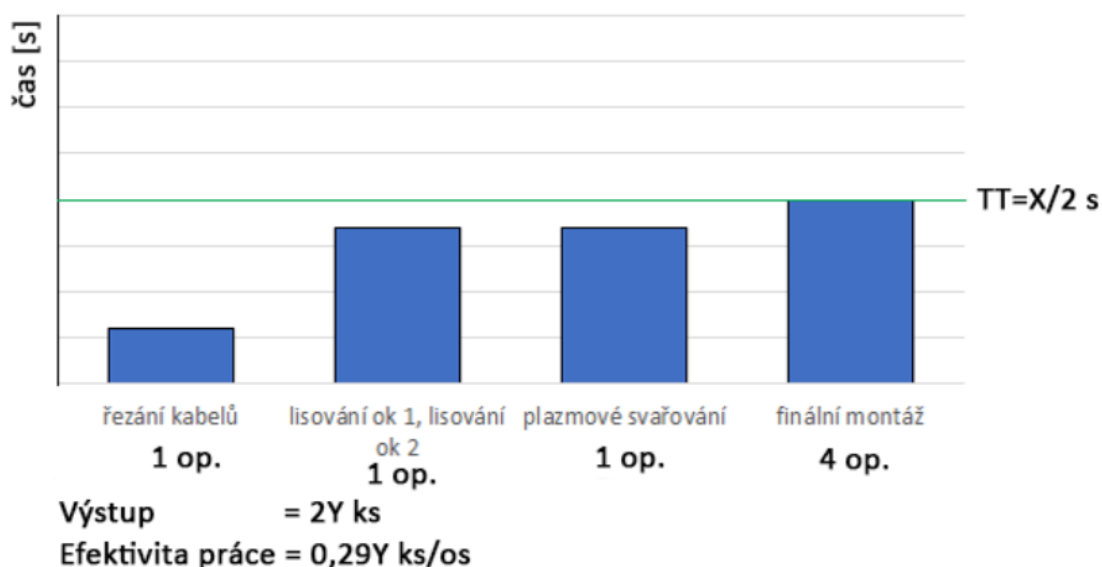
Tab. 9 Rozdělení práce v 7 operátorech.

Výrobní operace	Řezání kabelů	Lisování ok 1 a 2	Plazmové svařování	Finální montáž
Počet operátorů	1	1	1	4

Finální montáž je stále nejpomalejší operací. Nyní je zde 2x více operátorů, což znamená, že *takt time* bude 2x menší, tzn. $X/2$ s. Vzhledem k tomu, že nijak nezmění čistý pracovní čas směny, s dvojnásobným taktem bude výstup dvojnásobný, což znamená $2Y$ ks.

$$\text{efektivita práce [ks/osobu]} = \frac{2Y}{7} = 0,2857Y \cong 0.29Y \text{ ks/os.}$$

Vizualizace výsledků je v grafu 8.



Graf 8 Výrobní takt při 7 operátorech.

Výrobní takt při práci 10 operátorů:

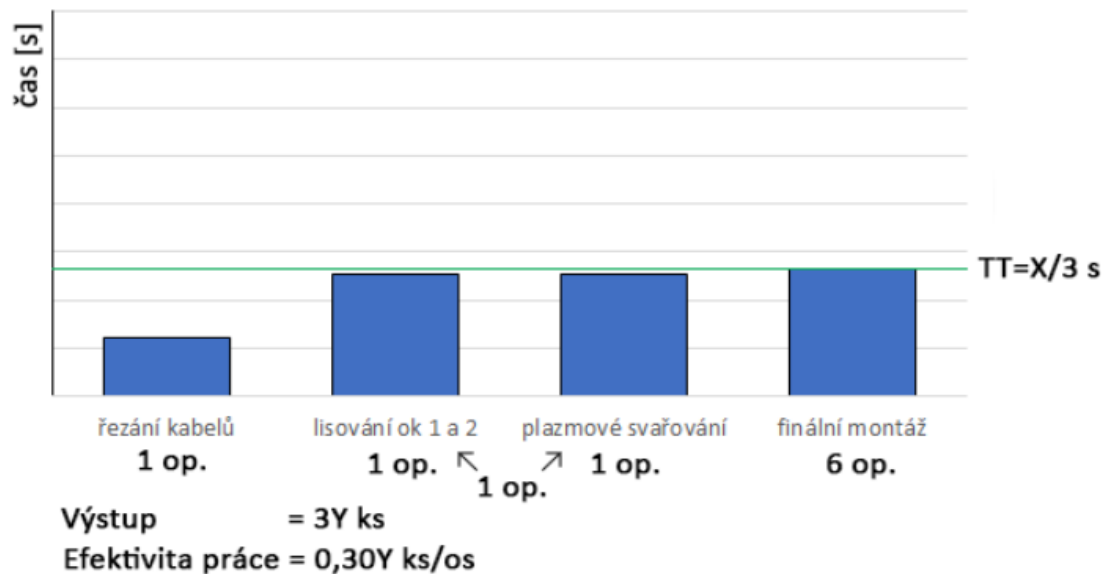
Tab. 10 Rozdělení práce v 10 operátorech.

Výrobní operace	Řezání kabelů	Lisování ok 1 a 2	Lisování ok 1 a 2, plazmové svařování	Plazmové svařování	Finální montáž
Počet operátorů	1	1	1	1	6

Dané rozdělení je specifické tím, že má jednoho zaměstnance, který bude měnit pracoviště. Část pracovní doby bude pomáhat lisovat oka a část směny bude pomáhat na plazmovém svařování. Finální montáž je stále nejpomalejší operací, ačkoli rozdíl s předchozími dvěma operacemi je téměř zanedbatelný. *Takt time* je $X/3$ s a výstup $3Y$ ks.

$$\text{efektivita práce [ks/osobu]} = \frac{3Y}{10} = 0.30Y \text{ ks/os.}$$

Vizualizace výsledků je v grafu 9.



Graf 9 Výrobní takt při 10 operátorech.

Výrobní takt při práci 13 operátorů:

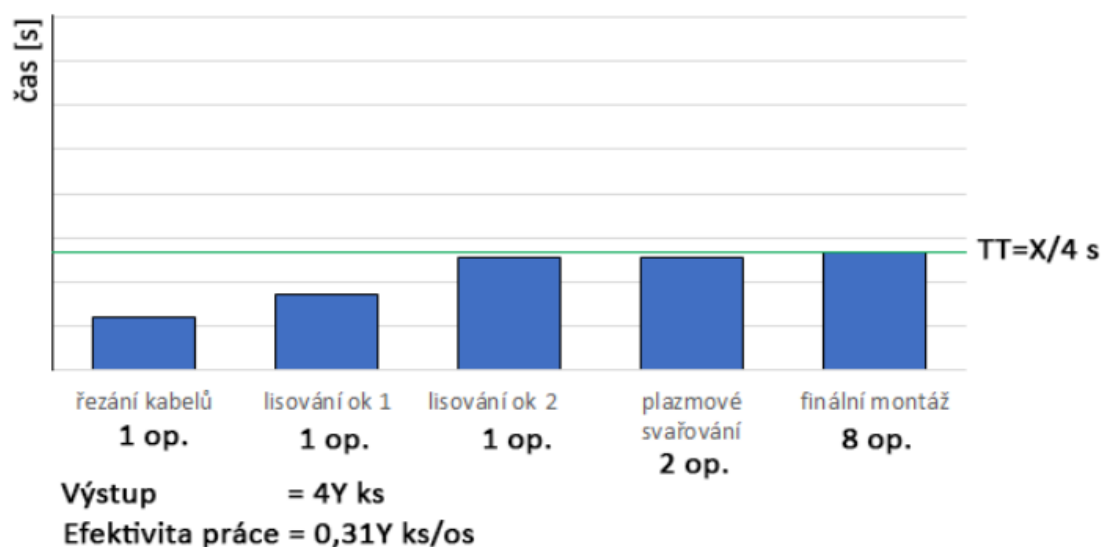
Tab. 11 Rozdělení práce v 13 operátorech.

Výrobní operace	Řezání kabelů	Lisování ok 1 a 2	Lisování ok 1 a 2, plazmové svařování	Plazmové svařování	Finální montáž
Počet operátorů	1	1	1	2	8

Dané obsazení je maximální, co se týče kapacity pozic na pracovištích. Finální montáž je stále nejpomalejší operací, ačkoli veškeré operace mají přibližně stejné časy produkce jednoho kusu výrobku. Takt time je $X/4$ s a výstup 4Y ks.

$$\text{efektivita práce [ks/osobu]} = \frac{4Y}{13} = 0.3077 \approx 0.31Y \text{ ks/os.}$$

Vizualizace výsledků je v grafu 10.



Graf 10 Výrobní takt při 13 operátorech.

Výsledky:

Výroba je optimalizována na 4 druhy obsazení pracovišť, díky kterým se dá měnit velikost denních výstupů až o 75 % aby se dalo snadno reagovat na měnící se požadavky zákazníka. Z dat získaných v analýze je vidět, že nejvyšší produktivita práce je dosažena při plném obsazení systému 13 operátory. Nejvyšší nárůst produktivity je při změně počtu operátorů ve výrobě ze 4 na 7. Nejmenší doba čekání na jiná stanoviště je při zapojení 10 a 13 operátorů.

2.3.6 Root cause analýza

Podkapitola se věnuje shrnutí a rozboru veškerých problémů, které byly identifikovány v předchozích analýzách. K jednotlivým problémům budou napsány jejich hlavní příčiny (*root causes*). Poté budou ke každému bodu připsána předpokládaná řešení. *Root cause* analýzu můžeme vidět v tabulce 12.

Tab. 12 Root cause analýza.

PROBLÉM		HLAVNÍ PŘÍČINA	ŘEŠENÍ
1	Velké vzdálenosti mezi pracovištěma – příliš velký interní transport	Současný stav rozmístění strojů – finální výroba příliš daleko od předvýroby	Změna rozmístění strojů – přemístit finální výrobu co nejbližší k předvýrobě
2	Příliš mnoho druhů přepravy a manipulačních prostředků	Příliš složitý materiálový tok – rozdělení na cesty A a B	Optimalizace materiálového toku – snížit počet druhů přepravy a manipulačních prostředků
3	Příliš velké zásoby – příliš velká peněžní částka „utopená“ na skladě	Příliš vysoká rozpracovaná výroba – WIP a příliš mnoho zábob na skladě	Zrušení E-kanbanu (možné pouze v případě realizace přemístění finální výroby)
4	Příliš velký podíl transportu – činnosti bez přidané hodnoty (NVA)	Velké vzdálenosti mezi předvýrobou a finální výrobou – transport	Změna rozmístění strojů – přemístit finální výrobu co nejbližší k předvýrobě
5	Příliš velký podíl čekání – činnosti bez přidané hodnoty (NVA)	Některá pracoviště musí čekat na jiná	Nová optimalizace výrobního taktu – zrychlení času výroby na finální montáži

Pomocí analýz bylo identifikováno 5 hlavních problémů současného stavu výrobního systému a stejný počet jejich možných příčin a řešení. Tyhle informace budou opěrným bodem pro vytvoření návrhu implementace zmíněných řešení v následující kapitole.

3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Kapitola se zabývá vytvořením konceptů řešení problémů výrobního systému, jež byly identifikovány v analytické části práce, podmínkami jejich realizace a ekonomickým zhodnocením jejich implementace. Návrhy jsou seřazeny dle logického pořadí jejich případné realizace. Je tomu tak primárně z důvodu vzájemné závislosti některých změn.

3.1 Přesun pracovišť finální výroby

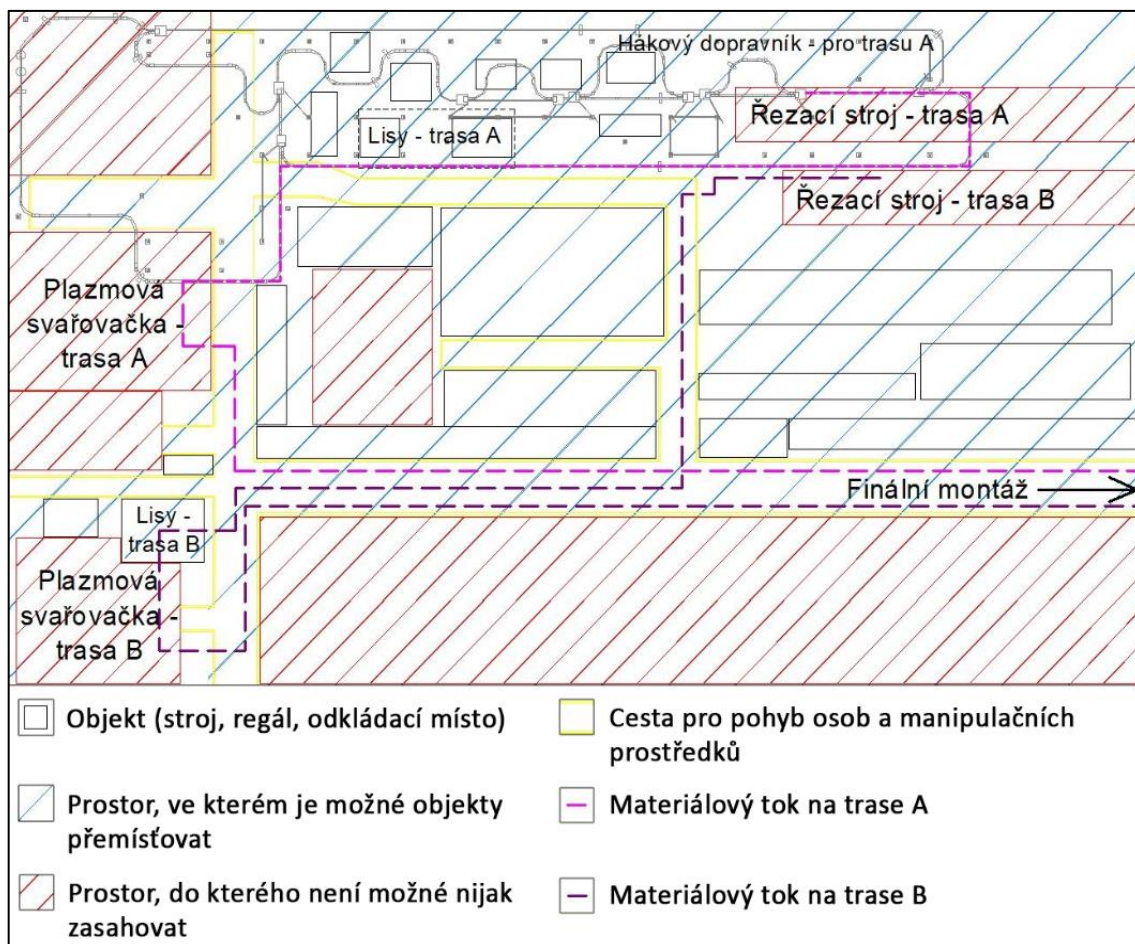
Prvním krokem je zmenšení vzdáleností přepravy materiálu, co nejvíce to bude možné. Nejrealističtější řešením je přesun značně kompaktnějších strojů pro finální výrobu ke strojům pro předvýrobu. Tím se docílí snížení veškerých časů interní přepravy, což znamená nižší využití čistého pracovního času manipulanta. Taktéž se tím otevře více možností pro změny materiálového toku.

3.1.1 Omezení výrobní haly

Takový přesun obnáší riziko narušení fungování ostatních výrobních procesů, které zde probíhají. Z takového důvodu je nutno stanovit jasná omezení a pravidla, kterými je nutno se řídit při vytváření návrhu nového rozmístění pracovišť. Tyto restriktce a pravidla vypadají následovně:

- **nezasahovat do strojů, kde není možná nadvýroba** – v případě zpoždění výroby (*backlogu*) – před veškerými přesuny je nutné vytvořit zásobu materiálu, díky které bude možné zákazníkům stále dodávat požadovaná množství hotových výrobků – nedodržení termínů dodání či požadovaných množství povede k dodatečným nákladům (nákladnější doprava, penále apod.)
- **nezasahovat do strojů, jejichž přesun je příliš nákladný** – v případě velmi složité kalibrace (obvykle obstarávané externí firmou) – došlo by tak ke značenému snížení návratnosti investice do realizace změny
- **nenarušit tok materiálu** – je nutné dodržet logickou posloupnost seřazení strojů ve výrobní hale tak, aby tok šel vždy jedním směrem – v opačné situaci vzniká nadbytečný transport
- **přítomnost dostatečně široké příjezdové a odjezdové cesty na pracovištích** – vždy minimálně 1,25 násobek manipulačního prostředku, využívaného daným pracovištěm
- **šířka všech hlavních cest vždy minimálně 1,1 m** – jakákoli užší cesta ve výrobní hale – nevyhovuje interním předpisům firmy GG
- **každý výrobní segment musí být protínán minimálně jednou hlavní cestou** – při zrušení původní hlavní cesty, je nutné ji nahradit novou plnicí stejný účel
- **žádný objekt nesmí nijak bránit pohybu dopravníku** – minimální vzdálenost všech nepohyblivých objektů od hákového dopravníku je 0,4 m z obou stran – cesta se s hákovým dopravníkem přetínat může, avšak pouze v místě, kde nedochází k hromadění háků s kabely

Vizualizace současného prostoru výrobní haly je na obrázku 38. Prostory, se kterými je možné v návrhu pracovat, jsou označeny modrým šrafováním a obsahují obrysy veškerých nehybných objektů. Plochy, do kterých nijak zasahovat nelze, jsou označeny červeným šrafováním. Kvůli interním pravidlům firmy GG se názvy vyskytují pouze u objektů a zón, které vstupují do sledovaných výrobních procesů. Ze stejného důvodu nejsou uvedeny žádné vzdálenosti a ani měřítko.

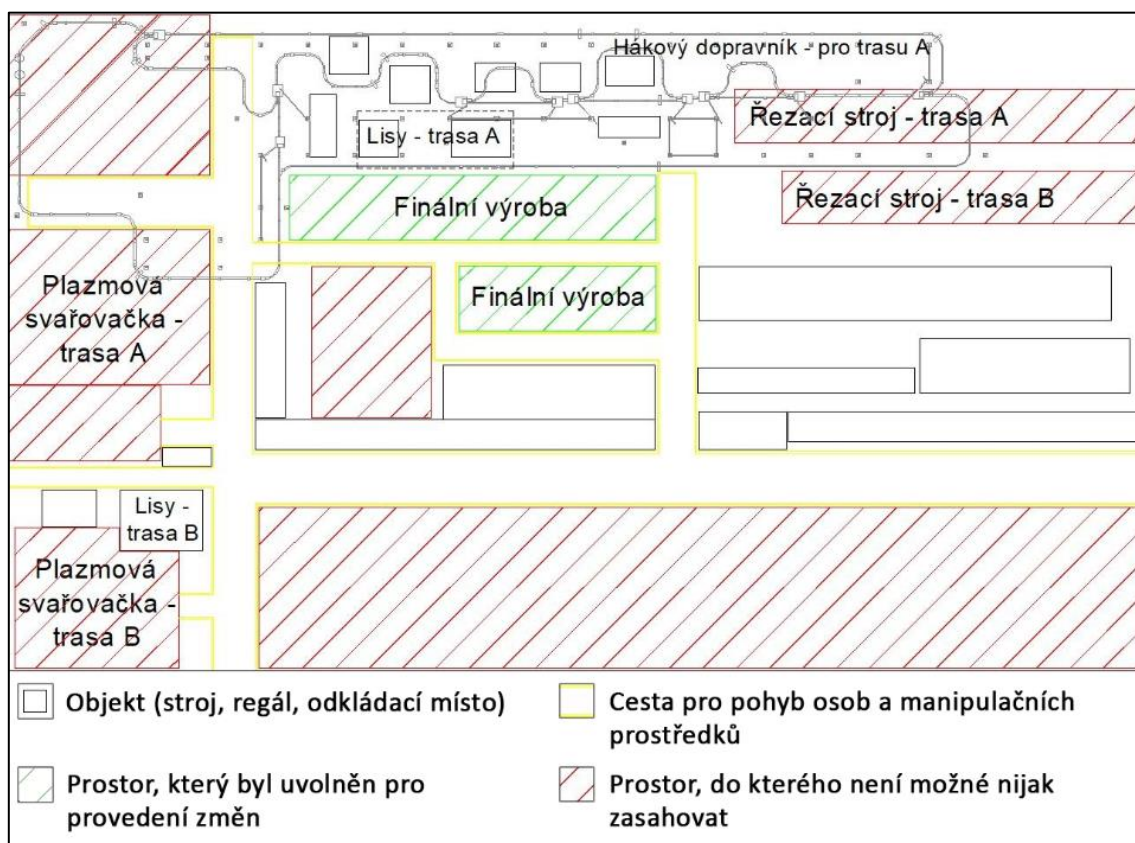


Obr. 38 Současné rozmístění pracovišť ve výrobní hale.

3.1.2 Návrh nového rozmístění pracovišť

Na základě veškerých restrikcí byl vytvořen návrh rozmístění strojů finální výroby v hale, kde se nachází předvýroba. Z důvodu omezeného prostoru a snahy udržet pracoviště stejného typu pohromadě (kvůli toku materiálu) je součástí konceptu zrušení 25 % pracovišť finální výroby. Tohle rozhodnutí ovlivní výrobní takt, který bude muset být optimalizován podle nových parametrů.

Vizualizace návrhu nového rozložení výrobní haly je zobrazena na obrázku 39. Prostory určené pro stroje finální výroby jsou označeny zeleným šrafováním. Žádný z objektů vyznačených černými obrysy nebyl přesouván. Cesta protínající výrobní segment byla posunuta níže a spojena s jinou cestou za účelem snazší manipulace s materiálem a hotovými výrobky.



Obr. 39 Návrh nového rozmístění pracovišť ve výrobní hale.

3.2 Optimalizace materiálového toku

Dále je potřeba optimalizovat materiálový tok dle nového rozmístění pracovišť. Tento návrh povede k řešení několika problémů výrobního systému. Nejdříve se vytvoří návrh implementace *FIFO bufferu* (systém průběžného doplňování materiálu podle počtu prázdných manipulačních prostředků ve frontě), na základě kterého se zmapuje materiálový tok.

3.2.1 Zavedení *FIFO bufferu*

FIFO buffer slouží jako náhrada E-kanbanu za účelem snížení zásob materiálu. Principem fungování je sledování počtu prázdných manipulačních prostředků ve frontě. Jakmile je dosaženo určité množství, je to považováno jako signál pro výrobu na jejich doplnění. Vzhledem ke skutečnosti, že řezání kabelů je nejrychlejší operací, začíná se zde. Tímto způsobem nedochází k nadvýrobě.

Kvůli rozdělení materiálového toku na dvě cesty bude *buffer* taktéž rozdělen na dva okruhy (*loopy*):

- okruh: řezací stroj – lisy – plazmová svařovačka (pouze vstup) – *buffer* jak pro vozíky, tak pro háky dopravníku
- okruh: plazmová svařovačka (pouze výstup) – finální montáž

Pro daný návrh se vytvoří nové vozíky se stojany na kabely, které budou mít 2x menší rozměry a jež nahradí původní velké vozíky. Cílem je přiblížení se toku jednoho kusu (*one piece flow*), jednoho z principů štihlé výroby. Tento vozík je možné vidět na obrázku 40.



Obr. 40 Zmenšený speciální vozík se stojanem.

Výpočet:

Podle časů doplnění manipulačních prostředků (*replenish time*), získaných z informačního systému, se dopočítá jejich počet. Kvůli interním pravidlům firmy GG není možné zveřejnit tyto časy a ani počty kusů. Výpočet vypadá následovně:

$$\begin{aligned} \text{replenish time operace [s]} &= \\ &= \text{výrobní takt při max. vytížení [s/ks]} * \text{počet vyrobených kusů [ks]} \end{aligned}$$

Je nutné brát v potaz, že při výpočtu *replenish time* u finální montáže není možné přihlížet k maximálnímu vytížení, neboť se počet pracovišť snižoval o 25 %. Pro tento účel se vezme čas, který odpovídá počtu strojů FA v návrhu.

$$\begin{aligned} \text{počet manipulačních prostředků} &= \\ &= \frac{\text{celkový replenish time [s]}}{\text{kapacita manipulačního prostředku [ks]} * \text{nejnižší takt time [s/ks]}} \end{aligned}$$

Výsledky:

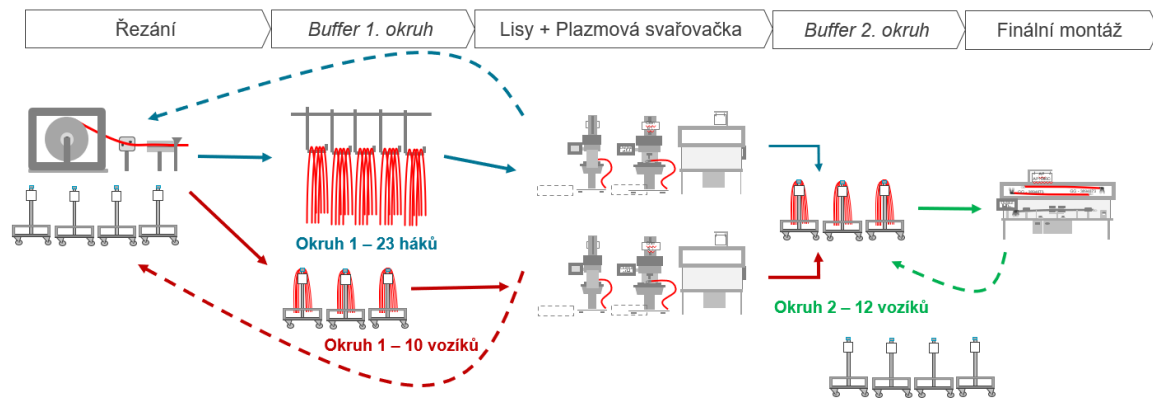
Počet manipulačních prostředků pro 1. okruh: 10 vozíků a 23 háků

Množství udávající signál pro řezání kabelů je v daném případě vždy stejné a jsou to buď 4 prázdné vozíky, nebo 8 prázdných háků.

Počet manipulačních prostředků pro 2. okruh: 12 vozíků

Množství udávající signál pro plazmování kabelů jsou 4 prázdné vozíky.

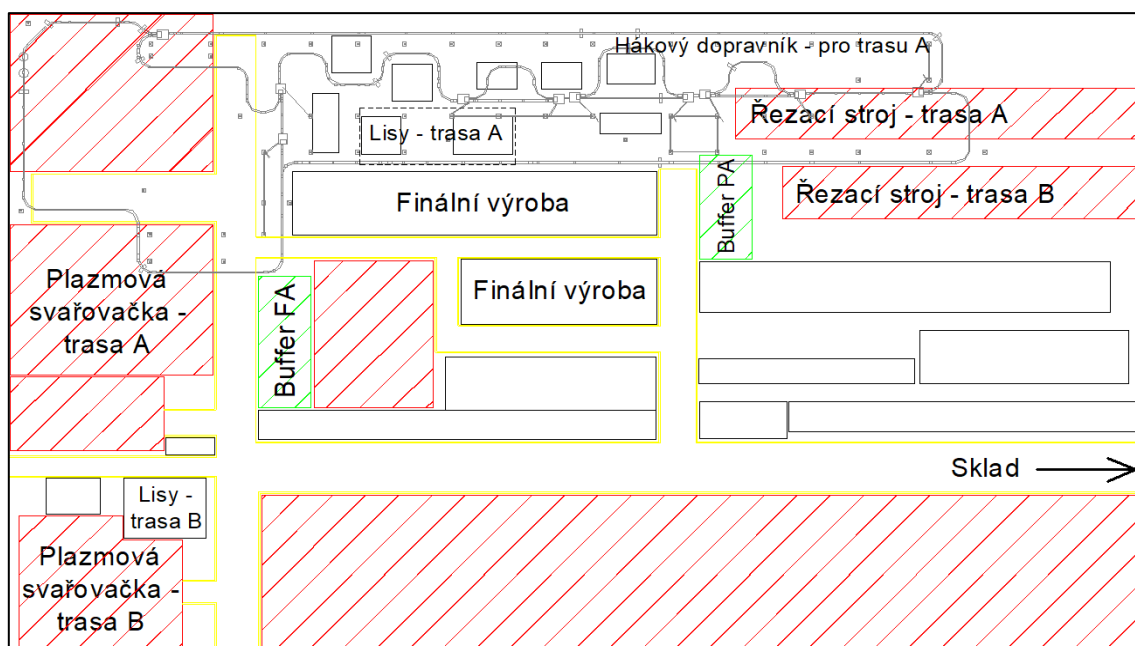
Výsledky jsou vizualizovány na obrázku 41.



Obr. 41 Zavedení FIFO bufferů.

Rozmístění ve výrobní hale:

Návrh umístění *FIFO bufferů* ve výrobní hale je na obrázku 42.



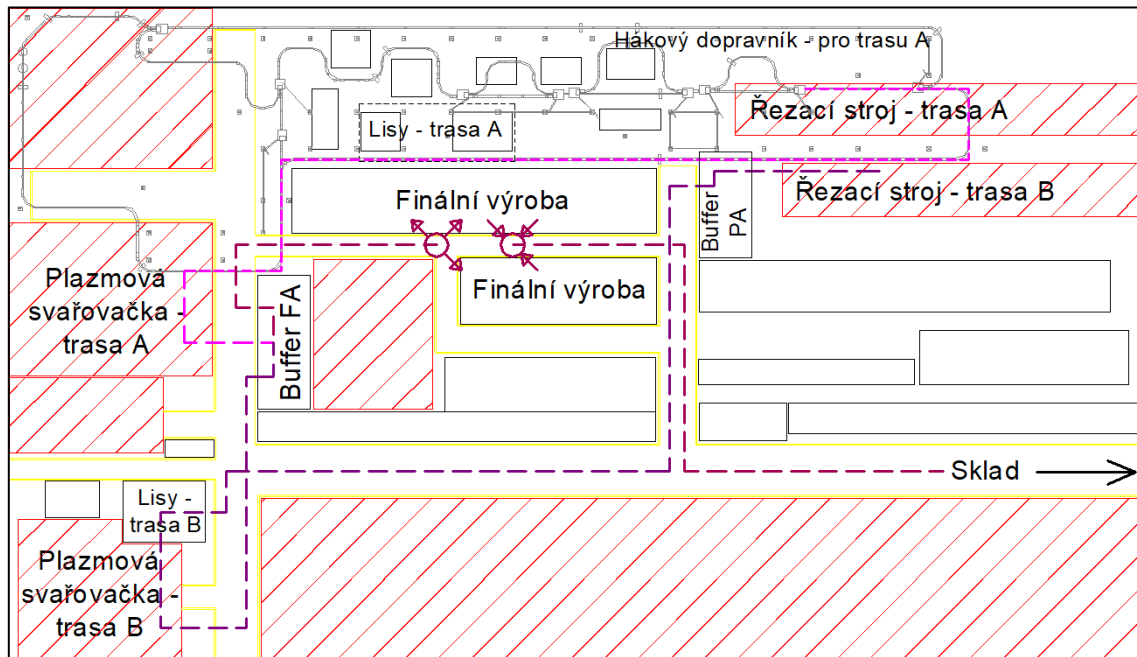
Obr. 42 Návrh rozmístění FIFO bufferů ve výrobní hale.

3.2.2 Nový materiálový tok

Veškeré změny se týkají pouze interního toku a jsou následující:

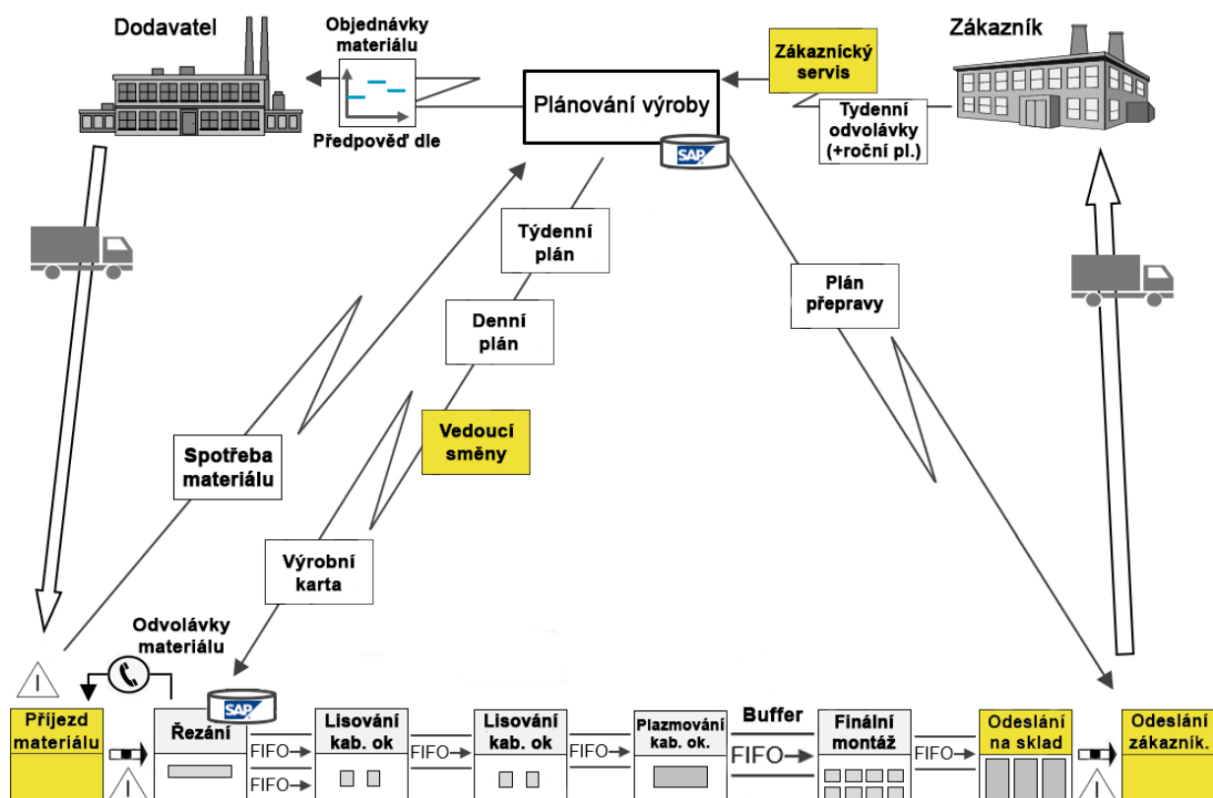
- **nařezané kabely se vezou do *bufferů* PA odkud jsou manipulantem převezeny dále** – když se v *bufferu* objeví 4 prázdné vozíky, nebo 8 prázdných háků, je to signál pro řezání kabelů
 - po dokončení plazmového svařování se vozíky a háky vrací zpět
- **zaplazmované kabely se vezou do *bufferu* FA odkud jsou manipulantem převezeny dále** – když se v *bufferu* objeví 4 prázdné vozíky, je to signál pro plazmování kabelů
 - po dokončení finální montáže se vozíky vrací zpět
- **finální montáž se nachází na stejné hale jako všechny ostatní výrobní operace**
- **odkládací regál a E-kanban jsou zrušeny – nahrazeny *buffery***
- **plastové krabice (eur) se v daném materiálovém toku už nevyužívají**

Vizualizace nového materiálového toku je na obrázku 43.



Obr. 43 Nový materiálový tok.

Value stream mapa nového materiálového toku je na obrázku 44.



Obr. 44 Value stream mapa nového materiálového toku.

3.2.3 Ukazatele výkonnosti a zhodnocení

Celková uražená vzdálenost při transportu za den a *FTE demand*:

Přestože se vzdálenosti mezi předvýrobou a finální výrobou znatelně zkrátily, kvůli využívání zmenšených vozíků se stojanem bude nutné v průběhu dne urazit větší počet cest. Daný stav se zhodnotí pomocí srovnání celkové vzdálenosti, a *FTE demandů* za den. Výpočty můžeme vidět v tabulkách 13 až 16 u tras A a B:

Tab. 13 Výpočty nové vzdálenosti transportu a jeho časů na trase A.

Trasa A								
č.	počáteční místo	konečné místo	dopravní prostředek	vzdál. [m]	počet/den	vzdál./den [m]	čas cesty [s]	čas/den [s]
1.	Dvůr	Bubny na temperaci	Motorový vysokozdvížený vozík	135,4	7	947,8	97,41	681,87
2.	Bubny na temperaci	Řezačka A	Ruční vozík na bubny	14,4	7	100,8	10,36	72,52
3.	Řezačka A	Řezačka A	Ruční manipulace	1,5	113	169,5	0,00	0,00
4.	Řezačka A	Buffer PA - háky	Hákový dopravník	27,2	113	3073,6	28,00	3164,00
5.	Buffer PA - háky	Lis A1	Hákový dopravník	3	113	339	3,00	339,00
6.	Lis A1	Lis A2	Hákový dopravník	3,1	113	350,3	4,00	452,00
7.	Lis A2	Plazmová svařovačka A	Hákový dopravník	17,2	113	1943,6	16,00	1808,00
8.	Plazmová svařovačka A	Buffer FA	Speciální vozík se stojanem	5,8	68	394,4	4,17	283,74
9.	Buffer FA	Finální montáž	Speciální vozík se stojanem	15,7	68	1067,6	11,29	768,06
10.	Finální montáž	Expedice	Elektrický vysokozdvížený vozík	203,5	9,5	1933,25	146,40	1390,83
			Celkem transport	426,8		10319,85		8960,01
			Interní transport	87,9		7438,8		6887,32
			Externí transport	338,9		2881,05		2072,70

Tab. 14 Výpočty nové vzdálenosti transportu a jeho časů na trase B.

Trasa B								
č.	počáteční místo	konečné místo	dopravní prostředek	vzdál. [m]	počet/den	vzdál./den [m]	čas cesty [s]	čas/den [s]
1.	Dvůr	Bubny na temperaci	Motorový vysokozdvížený vozík	135,4	5	677	97,41	487,05
2.	Bubny na temperaci	Řezačka B	Ruční vozík na bubny	10,4	5	52	7,48	37,41
3.	Řezačka B	Řezačka B	Ruční manipulace	1,5	62	93	0,00	0,00
4.	Řezačka B	Buffer PA - vozíky	Speciální vozík se stojanem	7,9	62	489,8	5,68	352,37
5.	Buffer PA - vozíky	Lisy B1 a B2	Speciální vozík se stojanem	42,7	62	2647,4	30,72	1904,60
6.	Lisy B1 a B2	Plazmová svařovačka B	Speciální vozík se stojanem	8,8	62	545,6	6,33	392,52
7.	Plazmová svařovačka B	Buffer FA	Speciální vozík se stojanem	20,15	62	1249,3	14,50	898,78
8.	Buffer FA	Finální montáž	Speciální vozík se stojanem	15,7	62	973,4	11,29	700,29
9.	Finální montáž	Expedice	Elektrický vysokozdvížený vozík	203,5	9	1831,5	146,40	1317,63
			Celkem transport	446,05		8559		6090,64748
			Interní transport	107,15		6050,5		4285,97122
			Externí transport	338,9		2508,5		1804,67626

Tab. 15 Výpočet nové hodnoty *FTE demand netto* trasy A.

Trasa A	čas za den [s]	<i>FTE dem. netto [FTE]</i>	<i>FTE dem. brutto [FTE]</i>
Celkem transport	8960,01	0,111	0,316
Interní transport	6887,32	0,085	0,243
Externí transport	2072,70	0,026	0,073

Tab. 16 Výpočet nové hodnoty *FTE demand netto* trasy B.

Trasa B	čas za den [s]	<i>FTE dem. netto [FTE]</i>	<i>FTE dem. brutto [FTE]</i>
Celkem transport	6090,65	0,075	0,215
Interní transport	4285,97	0,053	0,151
Externí transport	1804,68	0,022	0,064

Celkové výsledky jsou uvedeny v tabulce 17:

Tab. 17 Celkové vzdálenosti transportů a jejich *FTE demandy*.

KPI	Celkový	Interní	Externí
Transport [m]	18878,9	13489,3	5389,6
<i>FTE demand netto [FTE]</i>	0,186	0,138	0,048
<i>FTE demand brutto [FTE]</i>	0,531	0,395	0,137

Procentuální rozdíl hodnot daných ukazatelů oproti současnému stavu je uveden v tabulce 18.

Tab. 18 Procentuální rozdíl KPI oproti současnému stavu.

Δ KPI	Celkový	Interní	Externí
Změna transportu [%]	-22,7	-25,4	-15,1
Změna FTE demand netto [%]	-27,6	-31,1	-15,1
Změna FTE demand brutto [%]	-27,6	-31,0	-15,0

Z výsledků je vidět, že by se při implementaci daného konceptu vzdálenost interního transportu snížila přibližně o jednu čtvrtinu a oba *FTE demandy* o necelou třetinu. To by mělo za následek snížení NVA časů transportu a tím pádem zlepšení poměru VA a NVA činností. Taktéž by se tímto snížila vytíženost manipulanta a bylo by možné tento čas navíc využít pro jiné činnosti či výrobní systémy.

Počet druhů přepravy a manipulačních prostředků:

Z důvodu zrušení odkládacího regálu a E-kanbanu již nebylo nutné kabely převážet v plastové krabici (eur), jelikož byl materiál na finální montáži překládán z vozíků se stojany přímo do papírových beden, ve kterých byl odeslán na externí sklad. Počet manipulačních prostředků tedy klesl na 4 z původních 5.

Kvůli rozvržení výrobní haly není v současné době možné snížit počet druhů přepravy, který zůstává na původní hodnotě 6. Plánem do budoucnosti je zrušení hákového dopravníku a místo něj využívání zmenšených vozíků se stojanem (jako na trase B). V tuhle chvíli to není možné, jelikož je dopravník využíván ve více výrobních systémech.

WIP a *throughput time*:

Hodnoty daných ukazatelů vychází ze systému a jsou vypočítány dle maximální výše zásob. Kvůli interním pravidlům firmy GG je možné zveřejnit pouze jejich procentuální změnu. Kvůli zrušení E-kanbanu se maximální úroveň zásob snížila na kapacitu *FIFO bufferu* a WIP se snížilo o 70 %. To vedlo ke snížení průměrného *throughput time* o 48 %.

Poměr NVA transportu materiálu:

Jelikož je veškerý interní transport ve sledovaném výrobním systému prováděn manipulantom, bude změna podílu NVA transportu stejná jako změna *FTE demand brutto* po implementaci konceptu. To znamená, že klesne z původních 34,2 % na 23,6 % (o 31 %).

3.3 Optimalizace výrobního taktu

Daná podkapitola se zabývá návrhem řešení posledního bodu *root cause* analýzy, kterým je snížení podílu NVA čekání. V současném výrobním systému je finální montáž nejpomalejším pracovištěm a to i při plném obsazení operátory. Vzhledem k tomu, že součástí konceptu přesunu strojů je snížení počtu FA linek, je nutné jejich výrobu zrychlit.

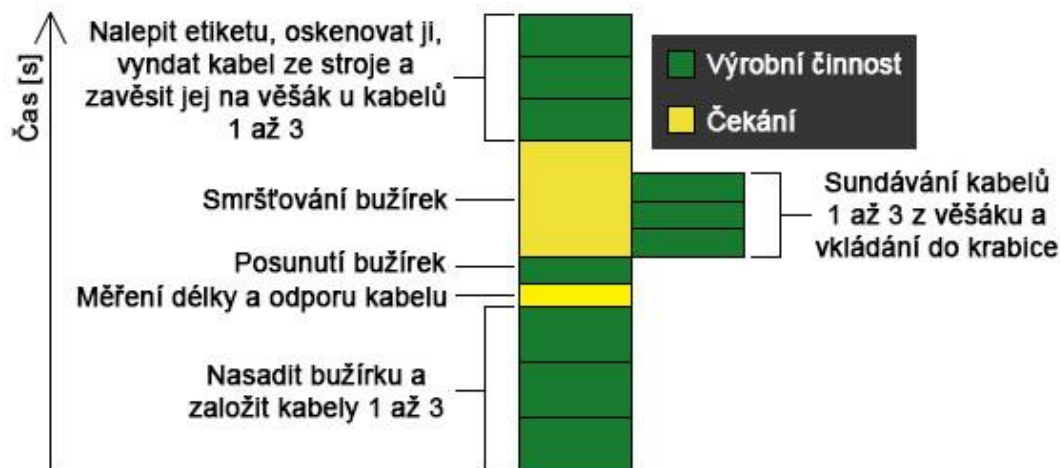
3.3.1 Technologické změny

Toho bude dosaženo pomocí dvou technologických změn na pracovištích finální montáže:

1. **úprava veškerých pracovních stolů tak, aby na nich bylo možné zpracovávat 3 kabely současně** – přidání kladky a 2 přípravků na kabelová oka
2. **zavedení nového smršťovacího zařízení využívající halogenovou technologii** – přibližně 3x rychlejší než smršťování horkým vzduchem a spotřebuje o polovinu méně energie
– technologie je ve firmě GG využívána v jiných výrobních systémech

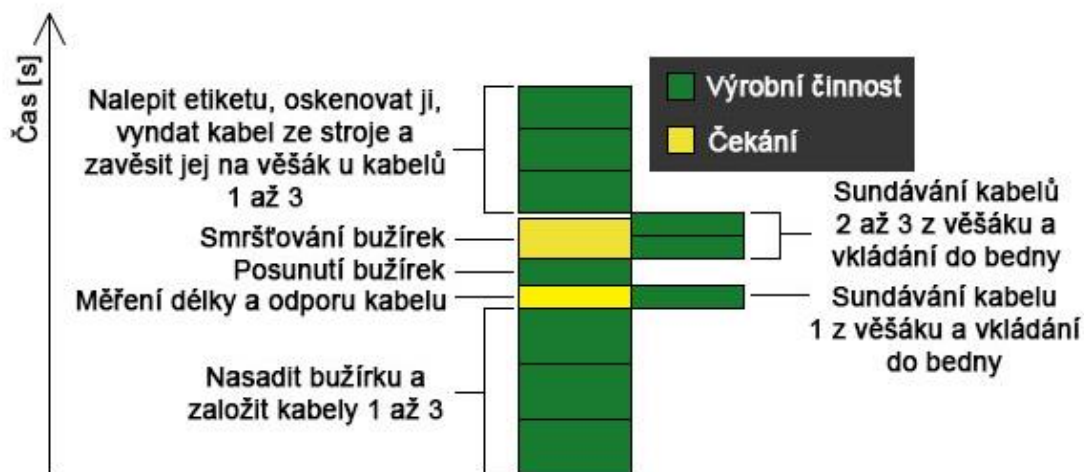
Srovnání časů výroby:

Posloupnost operací při využití horkého vzduchu pro smršťování bužírek je znázorněna na obrázku 45. Kvůli interním pravidlům firmy GG není možné zveřejnit časy, ale pouze jejich srovnání. Činnosti jsou rozděleny na dvě kategorie – práce operátora (zelená) a práce stroje = čekání (žlutá). Kvůli úspoře času se tyto dvě činnosti dělají současně, je-li to možné. Z tohoto důvodu se zchladlé kabely na věšáku sundávají ze stroje a vkládají do krabice v průběhu smršťování bužírek.



Obr. 45 Současná posloupnost operací na finální montáži.

Čas smršťování kabelů při využití halogenové technologie pro smršťování bužírek je o 64,5% kratší než pomocí horkého vzduchu. Posloupnost operací při využití tohoto postupu je znázorněna na obrázku 46. V dané situaci se zchladlé kabely nesundávají a nevkládají do krabice všechny za sebou, ale nejdřív jeden v průběhu měření odporu a poté další dva v průběhu značně kratšího smršťování bužírek (jinak by se zvýšila doba čekání).



Obr. 46 Posloupnost operací na finální montáži pro využití halogenové technologie.

Průměrný čas výroby tří kusů produktu na finální montáži se tak zkrátí o 16%. Díky danému zrychlení bude možné lépe optimalizovat výrobní takt a tím snížit dobu NVA čekání.

3.3.2 Nový výrobní takt

Dále se podle nových parametrů vypočítá *takt time*, výstup za směnu a efektivita práce. Tyto proměnné se budou počítat pro práci 4, 7 a 10 operátorů (práce 13 operátorů již není možná kvůli snížení počtu pracovišť FA o 25 %), jejichž rozmístění bude stejné jako při analýze výrobního taktu. Kvůli interním pravidlům firmy GG není možné zveřejnit žádnou z hodnot, ale pouze jejich srovnání. Pro tento účel bude tedy znovu využita hodnota X pro *takt time* a Y pro výstup jako v analytické části.

Nový výrobní takt při práci 4 operátorů:

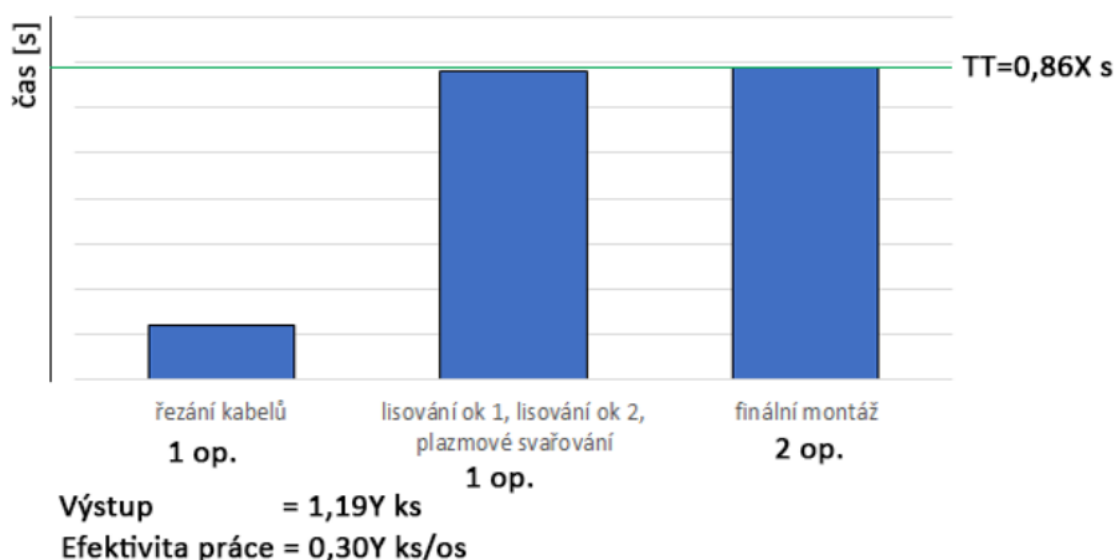
Finální montáž je nejpomalejší operací. Časový rozdíl oproti operaci předchozí je 1,18 %. Čas finální montáže klesl o 16 %, což znamená, že hodnota *takt time* je tedy 0,84X s. Výstup je následující:

$$\text{výstup [ks]} = 1,19Y \text{ ks}$$

Výpočet efektivity práce je následující:

$$\text{efektivita práce [ks/osobu]} = \frac{1,19Y}{4} = 0,2975 \cong 0,30Y \text{ ks/os.}$$

Vizualizace výsledků je v grafu 11.



Graf 11 Nový výrobní takt při 4 operátorech.

Hodnoty ukazatelů výkonnosti jsou oproti původní technologii:

- *takt time* nižší o 16 %,
- výstup za směnu vyšší o 19 %,
- efektivita práce vyšší o 20 %,
- doba NVA čekání nižší o 28 %.

Nový výrobní takt při práci 7 operátorů:

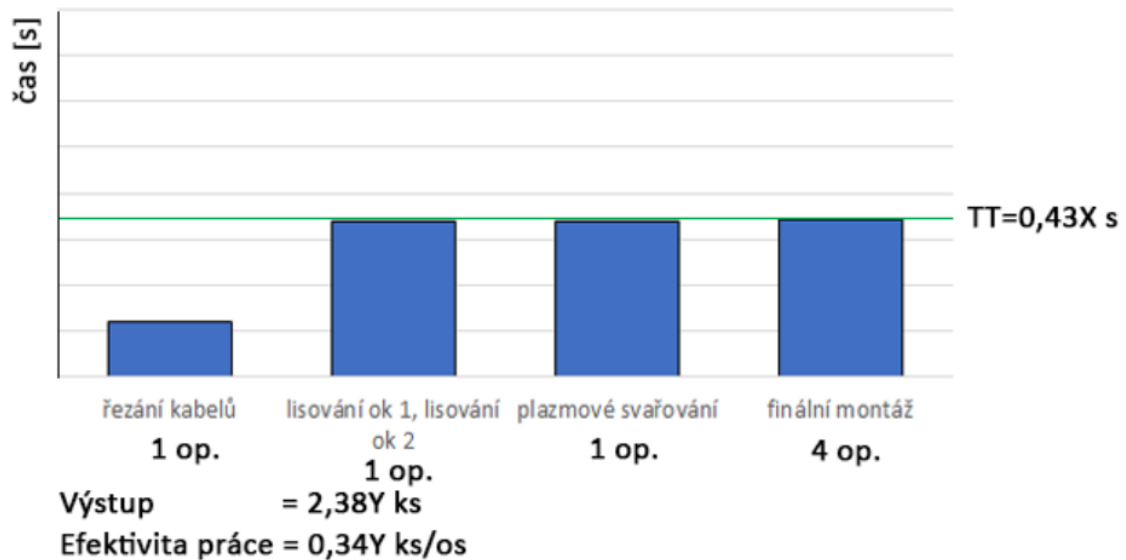
Finální montáž je nejpomalejší operací. Časový rozdíl oproti operaci předchozí je 0,59 %. Čas finální montáže klesl o 16%, což znamená, že hodnota *takt time* je tedy 0,42X s ($0,84 \cdot X/2$). Výstup je následující:

$$\text{výstup [ks]} = 2,38Y \text{ ks}$$

Výpočet efektivity práce je následující:

$$\text{efektivita práce [ks/osobu]} = \frac{2,38Y}{7} = 0,34Y \text{ ks/os.}$$

Vizualizace výsledků je v grafu 12.



Graf 12 Nový výrobní takt při 7 operátorech.

Hodnoty ukazatelů výkonnosti jsou oproti původní technologii:

- takt time nižší o 16 %,
- výstup za směnu vyšší o 19 %,
- efektivita práce vyšší o 17,2 %,
- doba NVA čekání nižší o 28 %.

Nový výrobní takt při práci 10 operátorů:

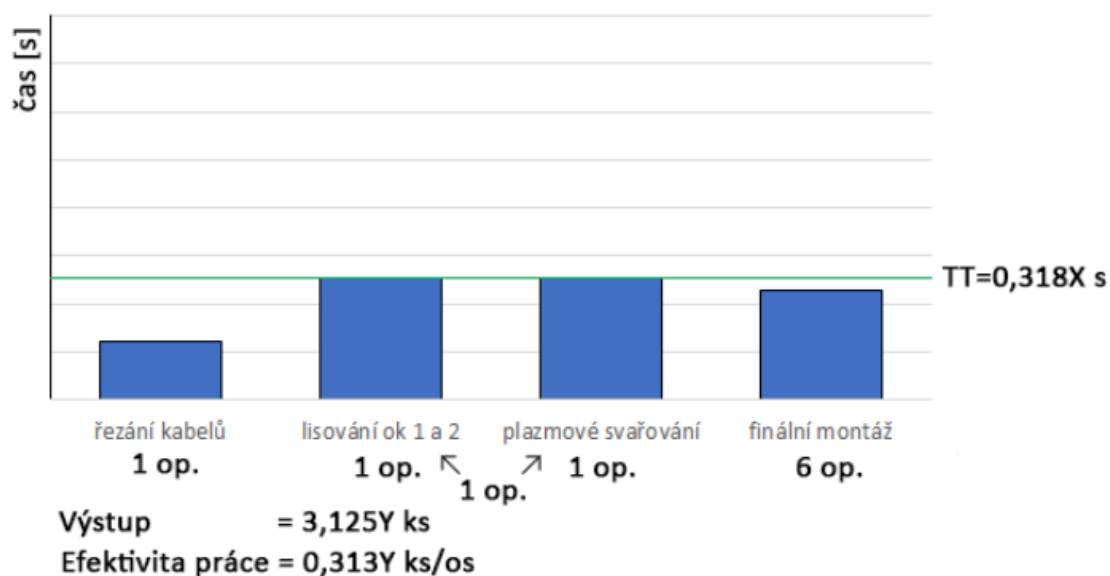
V daném případě jsou nejpomalejšími operacemi lisování kabelových ok a jejich plazmování (obě stejný čas). Jejich časový rozdíl je oproti finální montáži vyšší o 11 %. Čas nejdelší operace (oproti měření v analytické části) klesl o 4,6 %, což znamená, že hodnota takt time je tedy 0,318X s ($0,955 \cdot X/3$). Výstup je následující:

$$\text{výstup [ks]} = 3,125Y \text{ ks}$$

Výpočet efektivity práce je následující:

$$\text{efektivita práce [ks/osobu]} = \frac{3,125Y}{10} \cong 0,313Y \text{ ks/os.}$$

Vizualizace výsledků je v grafu 13.



Graf 13 Nový výrobní takt při 10 operátorech.

Hodnoty ukazatelů výkonnosti jsou oproti původní technologii:

- *takt time* nižší o 4,6 %,
- výstup za směnu vyšší o 4,17 %,
- efektivita práce vyšší o 4,33 %,
- doba NVA čekání nižší o 44 %.

Zhodnocení:

Nevýhodou spojenou se snížením počtu strojů finální montáže je snížení maximálního počtu operátorů na pracovištích na 10. To povede ke snížení výstupu za směnu při plném obsazení o 21,9%.

Avšak v ostatních případech dojde k efektivnějšímu využití pracovního času operátorů a tím pádem ke snížení doby NVA čekání. S využitím halogenové technologie se:

- *takt time* sníží průměrně o 12,2 %,
- výstup za směnu se průměrně zvýší o 12,1 %,
- efektivita práce se průměrně zvýší o 13,8 %,
- doba NVA čekání se průměrně sníží o 33,3 %.

Tím se vyřeší poslední bod *root cause* analýzy.

3.4 Ekonomické zhodnocení

Podmínkami realizace jsou souhlas vyššího managementu, sestavení týmu pro implementaci změn a investice potřebné částky. Podkapitola srovnává přínosy konceptu změny výrobního systému s veškerými náklady, jež je potřeba vynaložit pro jeho zavedení. Pro daný účel se využije výpočet doby návratnosti investice (*payback period*). K výpočtu jsou využity údaje o veškerých nákladech a výnosech z výroby na dané hale, které jsou získány z informačního systému. Kvůli interním pravidlům firmy GG není možné zveřejnit žádné z finančních částek, ale pouze procentuální podíl investic na celkové částce a dobu návratnosti investice.

Náklady na implementaci konceptu a jejich podíl na celkové investici:

- | | |
|--|------------|
| ▪ přesun strojů finální výroby... | ...0,7 %, |
| ▪ vytvoření 22 menších vozíků se stojanem na kabely... | ...10,7 %, |
| ▪ úprava strojů finální výroby, aby zpracovávaly tři kabely současně... | ...1,1 %, |
| ▪ pořízení a instalace halogenové technologie pro smršťování bužírek na všechny stroje finální výroby... | ...87,5 %. |

Přínosy konceptu, jež budou mít vliv na ziskovost sledovaného výrobního systému, jsou následující:

- snížení celkového transportu o 22,7 %,
- úspora 3,9 % prostoru dané výrobní haly,
- snížení nákladů na údržbu strojů finální montáže o 25 %,
- snížení *FTE demandu* o 3,2 FTE,
- snížení *WIP* o 70 %,
- snížení *throughput time* o 48 %.

Tyto přínosy budou mít za následek zvýšení ziskovosti daného výrobního systému přibližně o 22%. Ve zvýšení ziskovosti se nejvíce projeví snížení současných nákladů.

Doba návratnosti investice:

Hodnota je získána podílem celkové investice částkou, o kterou naroste ziskovost za jeden měsíc:

$$\text{doba návratnosti investice [měs]} = \frac{\text{celková částka investice [€]}}{\text{zvýšení ziskovosti za měsíc [€]}} \cong 14 \text{ měs}$$

Doba návratnosti vychází téměř přesně na 14 měsíců, neboli 1 rok a 2 měsíce.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo nalezení zásadních problémů vybraného výrobního systému ve společnosti Gebauer a Griller, s.r.o. a vytvoření návrhu jejich zlepšení dle principů štíhlé výroby. Jelikož je tato metodika nedílnou součástí téměř každého velkého podniku, pro zachování konkurenceschopnosti je nutné těmto zásadám přizpůsobit veškeré firemní procesy.

V rámci řešení práce byly nejdříve popsány potřebné metodologie a teoretické přístupy, pomocí kterých je možné procesy rozebrat a následně je zlepšovat. Poté byla v další kapitole představena společnost Gebauer a Griller, s.r.o. spolu s jejím výrobním systémem. Ve stejné kapitole byl tento systém zanalyzován a takto identifikovány jeho hlavní problémy. Ve třetí, poslední, kapitole byl vytvořen návrh řešení těchto nedostatků využitím přístupů štíhlé výroby, změn procesního řízení a zavedením nových technologií, čímž došlo ke zlepšení procesů. Závěrem této části bylo ekonomické zhodnocení s podmínkami realizace a přínosy. Tím byly splněny cíle diplomové práce.

Hlavním přínosem práce je vytvoření návrhu pro provedení zlepšení podnikových procesů v rámci sledovaného výrobního systému, které zvýší výnosnost dané produkce a posunou společnost o krok blíže k přetvoření veškeré produkce do její štíhlé podoby. Zavedení takového konceptu si žádá investici nejen peněžní, ale i časovou.

Poznávání a zlepšování podnikových procesů má smysl v každé společnosti, i když to nemusí být na první pohled patrné. Je nutné k problematice přistupovat s myšlenkou, že se vždy najde co zdokonalit. Tak funguje princip průběžného zlepšování procesů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. : il., grafy, tab. ISBN 978-80-247-3938-0.
2. ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007, 281 s. : il. ISBN 978-80-247-2252-8.
3. KOŠTURIÁK, Ján a Kateřina JANOŠKOVÁ. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. : il., grafy, tab., formuláře. ISBN 978-80-251-2349-2.
4. JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 stran : ilustrace, portréty. ISBN 978-80-247-5717-9.
5. SVOZILOVÁ, A. *Projektový management*. Praha Grada Publishing 2008, 356 s. ISBN 978-80-247-3611-2.
6. UČEŇ, Pavel. *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. Praha: Grada, 2008, 190 s. : il., tab. ISBN 978-80-247-2472-0.
7. Data získaná z informačního systému SAP firmy Gebauer a Griller Kabeltechnik, s.r.o.
8. RUSSELL, Roberta S a Bernard W TAYLOR. *Operations management: creating value along the supply chain*. 6th ed. Hoboken: John Wiley, 2009, xxx, 776 s. : barev. il. ISBN 978-0-470-09515-7.
9. What is supply chain management (SCM) and why is it important?. In: *SAP* [online]. [cit. 2022-04-07]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/insights/what-is-supply-chain-management-scm.html>
10. Lean manufacturing principles. In: *Educational materials* [Gebauer a Griller server]. Mikulov. 2021. [cit. 2022-04-11]
11. ROSER, Christopher. The (True) Difference Between Push and Pull. In: *AllAboutLean* [online]. 2015. [cit. 2022-04-26]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/push-pull/>
12. ROSER, Christopher. The FiFo Calculator – Determining the Size of your Buffers. In: *AllAboutLean* [online]. 2014. [cit. 2022-04-26]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/fifo-calculator/>
13. RAZA, Ali. Lean Continuous Improvement – Key Drivers for Continuous Improvement. In: *Throughput* [online]. 2020. [cit. 2022-04-26]. Dostupné z: <https://throughput.world/blog/topic/lean-continuous-improvement/>
14. ROSEKE, Bernie. Steps to Powerful Value Stream Mapping. In: *ProjectEngineer* [online]. 2019. [cit. 2022-04-29]. Dostupné z: <https://www.projectengineer.net/steps-to-powerful-value-stream-mapping/>
15. Materiály získané z *Value Stream Optimization* workshopu pod vedením inženýra Votavy dne 15.3.2022
16. GG Group. In: *GG Group* [online]. [cit. 2022-05-31]. Dostupné z: <https://www.gg-group.com/en/>
17. Informace získané od zaměstnanců firmy Gebauer a Griller Kabeltechnik, s.r.o. na osobní schůzi
18. Popisy a specifikace strojů získané z databáze firmy Gebauer a Griller Kabeltechnik, s.r.o.
19. Výrobní instrukce získané z databáze firmy Gebauer a Griller Kabeltechnik, s.r.o.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Označení	Legenda
APZ	Absolutní potenciál zlepšení
RPZ	Reálný potenciál zlepšení
KPI	Key performance indicators
FTE	Full time equivalent
DOI	Days of inventory
WIP	Work in progress
TPT	Throughput time
TT	Takt time
SCM	Supply chain management
SC	Supply chain
EDI	Electronic data interchange
VSM	Value stream map
MMA	Multi moment analýza
VA	Value adding activity
NVA	Non-value adding activity
RCA	Root cause analysis
GG	Gebauer a Griller Kabeltechnik
FIFO	First in, first out
FA	Final assembly
PA	Pre-assembly