



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

ŠTÍHLÉ ŘÍZENÍ VÝROBNÍHO SYSTÉMU

LEAN MANAGEMENT OF PRODUCTION SYSTEM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Anna Nejdlová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav managementu
Studentka: **Bc. Anna Nejdlová**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Řízení a ekonomika podniku
Vedoucí práce: **Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Štíhlé řízení výrobního systému

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Návrh nového uspořádání a vybalancování pracovišť vybrané části výrobního systému za použití metod a nástrojů štíhlé výroby.

Základní literární prameny:

BARTOŠEK, Vladimír, Josef ŠUNKA a Matúš VARJAN. Logistické řízení podniku v 21. století. Brno: CERM, 2014. ISBN 978-80-7204-824-3.

BAUER, Miroslav. Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-2-5-0029-2.

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

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

SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. Expert. ISBN 978-80-2-7-3938-0.

ROTHER, Mike, SHOOK, John. 1999. Learning to see. Value stream mapping to create value and eliminate muda. 1. vyd. Brookline: Lean Enterprise Institute, s. 143. ISBN 0-9667843-0-8.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně dne 29.2.2020

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na štihlé řízení výrobního systému v podniku ASSA ABLOY Czech & Slovakia s. r. o. Hlavním výstupem této práce je návrh nového uspořádání a vybalancování linky za použití metod a nástrojů štihlé výroby. V první části jsou popsány teoretické přístupy, které jsou následně využity při provádění analýz. Výsledky analýz slouží jako hlavní podklad pro zpracování návrhů na zlepšení ve vybrané oblasti výroby.

Klíčová slova

Štíhlá výroba, Štíhlá logistika, Procesní analýza, Spaghetti diagram

Abstract

This thesis is focused on lean management of the production system in the company ASSA ABLOY Czech & Slovakia s. r. o. The main outcome is the proposal of a new layout and process balancing with the use of lean manufacturing methods. The first part describes the theoretical basics which are used for analysis afterwards. The results of these analyses are then used as a main basis for the proposal of changes in the chosen part of the production process.

Key words

Lean production, Lean logistics, Process analysis, Spaghetti diagram

Bibliografická citace

NEJDLOVÁ, Anna. *Štíhlé řízení výrobního systému*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124134>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Vladimír Bartošek.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 5. 5. 2020

.....

podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala panu Ing. Vladimíru Bartoškovi, PhD., za odborné vedení a poskytnuté rady při zpracovávání diplomové práce. Další dík patří společnosti ASSA ABLOY Czech & Slovakia s. r. o. a jejím zaměstnancům za ochotu a poskytnutí potřebných dat. V poslední řadě bych ráda poděkovala pracovníkům společnosti API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o. za konzultace a trpělivost při vzájemné spolupráci.

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	12
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	13
2.1 Štíhlá výroba	13
2.1.1 KAIZEN.....	15
2.1.2 Vizuální management	18
2.1.3 Princip plánování Pull.....	19
2.1.4 Just-in-time.....	20
2.1.5 Kanban	21
2.1.6 Štíhlý layout	21
2.2 Štíhlá logistika	22
2.2.1 Logistika podniku a její členění	22
2.2.2 Plýtvání v logistice.....	24
2.3 Materiálový a hodnotový tok	24
2.3.1 Materiálový tok	24
2.3.2 Hodnotový tok.....	25
2.3.3 Analýza a měření práce.....	27
2.3.4 Balancování operací	29
3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	31
3.1 Představení podniku.....	31
3.1.1 Historie podniku.....	31
3.1.2 ASSA ABLOY AB	32

3.1.3 Sortiment.....	33
3.1.4 Výrobní systém 4K	34
3.1.5 Organizační struktura	37
3.2 BU BETA	37
3.2.1 Výrobní rodiny	38
3.2.2 Aperio E100	40
3.2.3 Linka montáže Aperio E100	41
3.2.4 Technologický postup montáže	42
3.2.5 Layout linky	46
3.3 Procesní analýza	48
3.3.1 Procesní analýza DIN.....	48
3.3.2 Procesní analýza montáž E100 Skandinávie.....	50
3.3.3 Procesní analýza Premium	51
3.4 Spaghetti diagram	52
3.4.1 Diagram 1.....	52
3.4.2 Diagram 2.....	54
3.4.3 Diagram 3.....	55
3.4.4 Diagram 4.....	56
3.5 Analýza vybalancování linky.....	57
3.6 Shrnutí analýz současného stavu	58
4 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	60
4.1 Návrh nového layoutu.....	60
4.1.1 Uplatněné principy	60

4.1.2 Varianta A	61
4.1.3 Varianta B	63
4.1.4 Hodnocení variant	64
4.2 Návrh balancování linky	65
4.2.1 Nové rozdělení pracovních činností.....	65
4.3 Ekonomické zhodnocení.....	68
4.4 Předpokládané dopady	70
ZÁVĚR	71
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	73
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	75
SEZNAM TABULEK	76
SEZNAM GRAFŮ	77
SEZNAM PŘÍLOH.....	78

ÚVOD

Ve 21. století se stalo uplatňování principů štihlé výroby již standardem nezbytným k udržení konkurenceschopnosti na trhu. Právě z tohoto důvodu se tato diplomová práce zaměří na štihlé řízení výrobního systému. Bude zpracována pod záštitou ASSA ABLOY Czech & Slovakia s. r. o., konkrétně tedy ve výrobním provozu v Rychnově nad Kněžnou. Hlavní činností tohoto závodu je výroba a montáž elektromechanických a mechanických dveřních vložek, bezpečnostních kování a mnoha dalších produktů.

I v odvětví uzavíracích dveřních systémů je nutné se zeštíhlováním podnikových procesů detailně zabývat. A to nejen za účelem snižování nákladů, ale i zvyšování efektivity procesů, a především zvyšování hodnoty pro zákazníka. Podnik soustavně již několik let na zavádění principů a nástrojů štihlé výroby pracuje. Snaží se procesy ve všech administrativních i výrobních oblastech definovat, měřit, analyzovat, zlepšovat a řídit dle japonských metodik. Ale i přesto je vždy možné nalézt další prostor a příležitosti pro zlepšení.

V první části práce budou přiblíženy metody a nástroje vztahující se k dané problematice. S jejich pomocí budou v analytické části odhaleny oblasti s potenciálem pro zlepšení. Nakonec budou představeny návrhy na změny, jejichž případné zavedení by mělo vést k využití tohoto potenciálu a ve výsledku k odstranění ztrát a zvýšení výkonnosti linky. Pomocí ekonomického zhodnocení bude vyjádřena doba návratnosti potřebných investic a vyplývající přínos pro podnik.

1 CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Hlavním cílem této práce je vytvoření návrhu nového uspořádání a vybalancování pracovišť ve vybrané části podniku ASSA ABLOY Czech & Slovakia s. r. o. za použití metod a nástrojů štíhlé výroby.

Mezi dílčí cíle patří provedení analýzy procesů a materiálových toků ve zvolené oblasti. Úkolem těchto analýz je identifikace plýtvání a odhalení úzkých míst. Dalším cílem je zmapování pohybů pracovníků po pracovišti a definování oblastí, které jsou původcem nadměrné pracovní zátěže pracovníků. Posledním cílem je odstranění nalezených nedostatků tak, aby bylo dosaženo navýšení výkonnosti linky, optimalizace materiálového toku a snížení pracovní náročnosti pro zaměstnance.

V diplomové práci budou použity metody empirické, exaktní a statistické. První část práce vymezí teoretická východiska včetně metod, přístupů a nástrojů štíhlé výroby a štíhlé logistiky. Mimo jiné nás také seznámí s problematikou materiálového a hodnotového toku. Teoretická část bude následována částí analytickou, ve které budou popsány metody využity pro provedení analýz procesů a materiálových toků. Mezi hlavní použité metody bude zařazena Procesní analýza, Spaghetti diagram a analýza vybalancování linky. Výsledky těchto analýz budou následně detailně vyhodnoceny pomocí nástrojů popisné statistiky. Druhá část práce bude zakončena shrnutím veškerého potenciálu pro zlepšení, které následně poslouží jako hlavní podklad pro návrhovou část práce. Ta bude zaměřena na představení návrhů na změny, jejichž zavedením by mělo být dosaženo stanovených cílů. Tyto návrhy budou nakonec zhodnoceny z finančního hlediska a ostatních dopadů.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

V této části práce objasním teoretické postupy, které jsou nezbytné k vypracování analytické a návrhové části práce. V první řadě definuji pojmy týkající se štíhlé výroby, jejích principů a nástrojů. Dále se zaměřím na štíhlou logistiku, její členění a plýtvání v logistice. V poslední části bude popsána problematika mapování hodnotového a materiálového toku a analytické metody používané k jejich optimalizaci.

2.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba neboli „lean production“ je dnes celosvětově známou metodikou, jejíž nástroje se za účelem zlepšení konkurenceschopnosti snaží aplikovat většina účastníků hospodářské soutěže. Její vznik sahá do období po 2. světové válce, kdy Japonská společnost Toyota vyvinula tzv. Toyota Production System (TPS). Za hlavního průkopníka je považován manažer výroby v Toyotě jménem Taiichi Ohno. Japonské firmy ve druhé polovině 20. století jasně předběhly evropské a americké konkurenty svým způsobem řízení výroby. Přestože Toyota měla výrazně nižší počet zaměstnanců, menší výrobní plochu, zanedbatelnou úroveň zásob a přibližně pětinu dodavatelů, dosahovala několikanásobně vyšší produktivity oproti svým světovým konkurentům. Po vzoru Toyoty byl TPS zaváděn ve všech světových automobilových firmách a vedl k formulaci konceptu štíhlé výroby. (1)

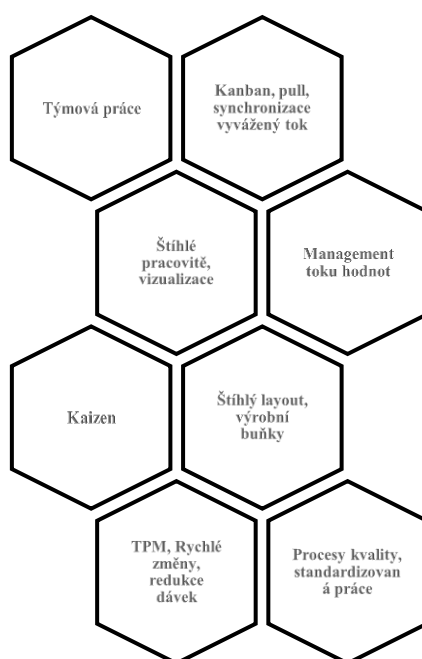


Obr. 1: Štíhlý podnik (Zdroj: Převzato z: 7)

Postupným vývojem se z principů štihlé výroby staly nástroje užívané napříč celými podniky. Dnes tedy nemluvíme pouze o štihlé výrobě, ale o štihlém podniku. Tedy o štihlém vývoji, štihlé logistice, štihlé výrobě, štihlé administrativě atd. Štihlý podnik ale není tvořen pouze spojením těchto jednotlivých částí, je tvořen hlavně lidmi a jejich postoji k práci. Ty by měly být zakořeněny v podnikové kultuře, která všechny pracovníky spojuje. Jedná se o soubor postojů, zvyků, názorů a hodnot, který určuje pravidla sounáležitosti pracovníků v podniku a měl by být sdílen a používán pracovníky na všech úrovních. (8)

Koncept štihlé výroby staví na první místo zákazníka a pružné reagování na jeho potřeby. Dále se vyznačuje decentralizovaným řízením, kde každý zaměstnanec nese vysokou zodpovědnost za kvalitu jeho práce. Odstraňováním plýtvání napříč celého podniku je dosahováno tvorby produktů požadované jakosti za nižších nákladů a kratšího času. (1)

Na obrázku níže jsou zobrazeny hlavní metody a principy štihlé výroby, které jsou blíže popsány v dalších kapitolách práce.



Obr. 2: Hlavní prvky štihlé výroby (Zdroj: Upraveno dle: 8, str. 23)

2.1.1 KAIZEN

V roce 1985 byl založen institut Kaizen, který byl nejdříve orientován primárně na implementaci TPS a na jeho šíření. Postupem času ale jeho zakladatel Masaaki Imai díky nabytým zkušenostem rozšířil tento systém o další metody a praktiky, které jsou všechny nyní obsaženy v Kaizen filozofii. Kaizen, neboli změna k lepšímu, představuje filozofii kontinuálního zlepšování. Cílem této filozofie je zapojit do neustálého zlepšování procesů všechny zaměstnance, kteří by dále měli postupy aplikovat i ve svém osobním a sociálním životě.

Ke zlepšování nedochází velkými skoky, ale nekončícím procesem malých změn, které dlouhodobě přinášejí kýžené výsledky a jsou udržitelné dlouhodobě. Pro dosažení úspěchu musí být tato metodologie prostoupena všemi úrovněmi řízení firmy. (2)

Základem pro fungování trvalého zlepšování je následování několika základních myšlenek a zavedení nástrojů popsaných dále.

2.1.1.1 Odstranění plýtvání

Plýtvání neboli „muda“ a jeho odstranění představuje největší potenciál pro zlepšení v podniku. Každý proces je složen z činností, které hodnotu přidávají, a také z těch, které hodnotu nepřidávají. Plýtvání je obsaženo ve všech činnostech nepřidávajících hodnotu pro zákazníka. Jeho odstraněním je možné snížit náklady na procesy a výrobu produktů.

Rozlišujeme 7 základních druhů plýtvání:

1) Muda nadprodukce

Tento druh plýtvání velmi úzce souvisí s tahovým systémem řízení Pull. Při dodržování myšlenky tažného systému Pull je vyráběno právě takové množství produktu, jaké vyžaduje zákazník. V případě, že systém Pull není uplatňován, bývá produkt vyráběn do zásoby na sklad. Tato nadvýroba pramení ze strachu z budoucích poruch strojů, nebo s cílem maximálního využití kapacity výroby. Nadvýroba generuje další zbytečné náklady (skladovací, dopravní, administrativní atp.).

2) Muda zásob

Tento druh plýtvání blízce souvisí s Mudou nadprodukce. Nadbytečná výše zásob zahrnuje hotové produkty, zásoby rozpracované výroby, materiál, náhradní díly atd. Díky nadbytečné zásobě dochází k navyšování nákladů nejen na pracovníky skladu a skladovací prostory, ale vážou v sobě finanční prostředky, což zamezuje jejich efektivnější využití v jiné oblasti. V nejhorším případě mohou podlehnout zkáze a musí být zlikvidovány, čímž podnik přijde o veškeré vložené finance.

3) Muda oprav a vadných výrobků

Pokud je výrobek vadný a nesplňuje dané parametry, je nezbytné ho opravit. Dochází tedy k plýtvání lidské práce, času i materiálu. Vadný výrobek může poškodit i výrobní zařízení. V nejhorším případě se vadný výrobek dostane až k zákazníkovi.

4) Muda pohybu

Muda pohybu představuje veškeré pohyby pracovníků při práci, které nepřináší hodnotu. Může to být například chůze pracovníka z jednoho pracoviště na druhé, nebo jeho pohyb ruky pro díl do zásobníku. Pohyb, který přináší hodnotu, je například až smontování dvou dílů. Muda pohybu může být odstraněna změnou layoutu pracoviště či revizí a změnou pracovních postupů.

5) Muda zpracování

Muda zpracování představuje nedokonalosti v technologické přípravě výroby či při výrobě samotné. Může to být špatně zvolená výrobní technologie nebo rozmístění linky vyžadující přebytečné operace v průběhu výroby.

6) Muda prostojů

Prostoji nazýváme čas, po který je jakýkoli proces zastaven a nemůže v něm být z různých důvodů pokračováno. Ve výrobě mohou prostoje nastat při nedostatku materiálu, poruše stroje, problému s jakostí atd.

7) Muda dopravy

Doprava v podniku je nezbytná na přesun materiálu a výrobků do výroby, uvnitř výroby i ven z podniku. Zahrnuje veškerý pohyb na vysoko zdvižném vozíku, dopravním pásem a dalších zařízeních. Cílem je vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti a skladem minimalizovat, aby byla potřeba dopravy co nejnižší.

Kromě těchto sedmi druhů plýtvání rozlišují ještě někteří autoři plýtvání ve formě neefektivní komunikace, či plýtvání vlivem špatné ergonomie pracovišť. Všechny druhy plýtvání se vyskytují kromě výroby i v ostatních částech podniku. Jedná se o mudu nadprodukce ve formě hromadění papírové dokumentace, mudu prostojů při čekání na odpověď na pracovní e-mail nebo mudu pohybu při špatně uspořádaném pracovním stole. Je proto nezbytné, aby byly metody kaizen uplatňovány nejen pracovníky výroby, ale i zaměstnanci z administrativní části podniku. (3)

2.1.1.2 Metoda 5S

Dalším nástrojem, který je často užíván za účelem zeštíhlování, je nástroj 5S. Jedná se o metodiku zabývající se primárně uspořádáním pracoviště. Skládá se z pěti kroků s japonskými názvy Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu a Shitsuke.

1) Seiri (Třídění)

Prvním krokem metody 5S je utřídění pracoviště, tedy rozlišení všech věcí, které se na pracovišti nachází na potřebné a nepotřebné. Tímto nejsou myšleny pouze kancelářské potřeby a pracovní nástroje, ale i nábytek a vše nacházející se ve skříních a různých zásobnících. Nepotřebné předměty jsou vráceny do skladu, zpeněženy, nebo ekologicky zlikvidovány.

2) Seiton (Uspořádání)

Předměty, které byly v kroku č. 1 uznány za potřebné, jsou dále rozlišeny dle frekvence použití. Dle této hierarchie je každému předmětu určeno a označeno místo na pracovišti tak, aby měl pracovník v těsné blízkosti předměty denního použití a nikdy neztrácel čas hledáním. Pracoviště je uspořádáno s ohledem na plnění zásad ergonomie, bezpečnosti práce a za účelem eliminace zbytečných pohybů pracovníka.

3) Seiso (Udržení pořádku)

Ve třetím kroku je kladen důraz hlavně na pořádek. Tím je myšleno ukládání předmětů dle kroku dva na stanovené úložiště, ale také udržení celkové čistoty na pracovišti. Každý pracovník by měl zodpovídat za své pracoviště a udržovat ho tak čisté, jak jen je to možné.

4) Seiketsu (Standardizace)

Pro udržení pořádku, který byl na pracovišti nastolen, je ideální nastavit tento stav jako standard, který bude dlouhodobě dodržován. Pro pochopení a spolupráci zaměstnanců by neměly být standardy zaváděny pouze vedoucími pracovníky, ale každý zaměstnanec by se měl aktivně účastnit provádění kroků 5S na svém pracovišti. Vhodným nástrojem je vytvoření vizuálního vzoru, který je vystaven v těsné blízkosti pracoviště pro možnost pravidelné kontroly. Do standardu by měl být zahrnut například i pracovní postup na pracovišti nebo způsoby a periody úklidu.

5) Shitsuke (Udržení)

Poslední, ale nejdůležitější částí procesu 5S, je udržení zavedeného stavu a snaha jeho kontinuálního vylepšování. Mohou být zavedeny pravidelné kontroly a hodnocení stavu pracoviště. Cílem je akceptování metodiky všemi zaměstnanci a její neustálé uplatňování. (4)

2.1.2 Vizuální management

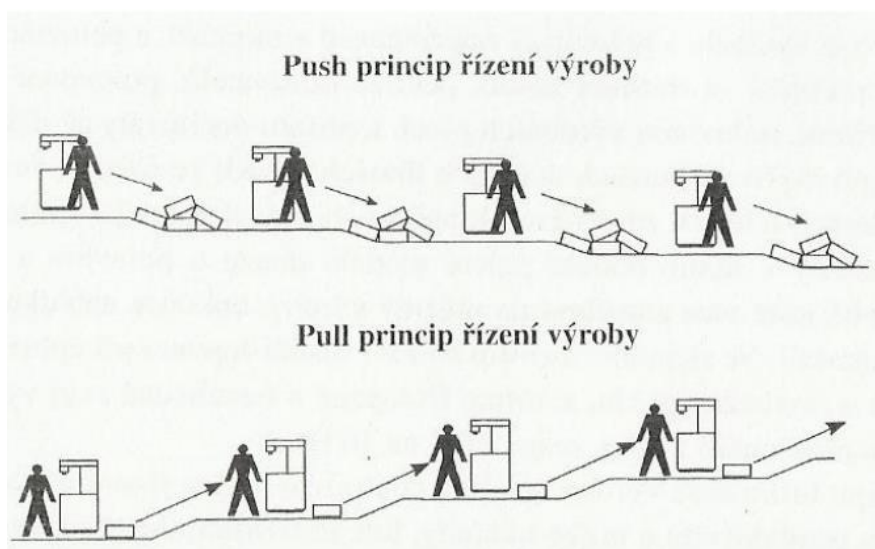
Ačkoli se to na první pohled může zdát triviální, vizuální management je považován za nástroj, který často stojí za úspěchem zavádění změn v podnicích. S využitím prvků vizuálního managementu lze předávat informace o stavu projektu, o místě uložení materiálu, o fázi procesu a o nekonečně mnoha dalších záležitostech. Je ideálním nástrojem řízení, kontroly a podporuje spolupráci v týmech.

Mezi nástroje pro vizualizaci může být použit nespočet grafických nástrojů. Různé obrázky, grafy a pomůcky vyobrazeny na televizích, tabulích, nebo nástěnkách, využívané za účelem rozčlenění procesů do jednotlivých kroků nebo přidělení úkolů zúčastněným osobám. Vizualizace je důležitým nástrojem pro standardizaci a předávání nezbytných informací pracovníkům. Její prvky mohou být využity pro vysvětlení a prosazování praktik podniku, ale i za účelem dodržování bezpečnosti práce, jako například čáry na podlaze vyznačující prostor pro chodce ve výrobě, dále vizuální upozornění na užití bezpečnostních pomůcek, nebo signalizační zařízení různého typu. (3)

2.1.3 Princip plánování Pull

Jedním z klíčových aspektů štihlého řízení podniku je plánování dle principu Pull (v českém jazyce „Tah“). Tažný způsob řízení je protikladem k průtlačnému způsobu Push, který je uplatňován v tradičním způsobu řízení. V tradičním způsobu řízení probíhá výroba výrobku na sklad do zásoby. Tím vznikají vyšší náklady na výrobu, materiál, skladovací prostory, zaměstnance skladu atd. Mimo jiné dochází k plýtvání ve smyslu nadbytečných zásob materiálu a rozpracované výroby a průběžná doba výroby je delší. Plánovací princip Pull má na rozdíl od tradičního způsobu na prvním místě zákazníka a uspokojení jeho požadavků. Proto je v lean managementu uplatňován tento princip, kdy si zákazník „vytáhne“ produkt z výroby. To znamená, že popud k výrobě produktu vychází od plánovačů výroby až v momentě, kdy obdrží od zákazníka objednávku s konkrétní specifikací jeho požadavků.

Na následujícím obrázku je názorně zobrazeno fungování principu Pull a Push ve výrobě. Jednotlivá pracoviště, jimiž zakázka prochází, jsou zodpovědná za provedení dané operace na produktu a jsou tím pádem interními dodavateli pro následující pracoviště. Na rozdíl od průtlačného principu nedochází tedy k hromadění zásob rozpracované výroby mezi jednotlivými pracovišti a průběžná doba výroby je tím výrazně redukována. (1)



Obr. 3: Plánovací princip Pull (Zdroj: Převezato z: 1, str. 66)

2.1.4 Just-in-time

Dalo by se říci, že metoda Just-in-time (JIT) neboli „právě včas“, vznikla za účelem odstranění několika druhů plýtvání objasněných v kapitole 1.1.1. Jak již název napovídá, jedná se o metodu, při jejímž využití je dodáváno přesné množství dílů na dané místo právě v čas, kdy vzniká jejich potřeba. Dochází tedy k odstranění plýtvání nadbytečných zásob, prostojů, pohybů a dalších. Po zavedení v japonských firmách byla tato metoda aplikována v závodech mnoha světových automobilových výrobců, kteří se dodávkami just-in-time pyšní dodnes. Sériová automobilová výroba s vysokou úrovní automatizace je pro aplikaci této metody ideálním prostředím.

Pro úspěšné řízení pomocí JIT je nezbytné její principy zakořenit ve firemní strategii, ze které vychází strategie výrobní. Zapojení musí být všichni pracovníci podniku, aby došlo k následování filozofie JIT ve všech podnikových útvarech.

Jak bylo již řečeno výše, JIT pomáhá odstraňovat několik druhů muda díky následujícím metodám:

- odstranění nadbytečných zásob (rozpracovaných výrobků, surového materiálu, hotových výrobků)
- odstranění mezioperačních časů čekání (zkracování doby výroby)
- plánování výroby dle principu Pull
- důraz na průběžnou technickou údržbu pracoviště za účelem předcházení poruch strojů a ostatního výrobního zařízení
- resourcing dílů a operací, které mohou být levněji nakoupeny u dodavatele, než vyrobeny ve vlastní výrobě
- úprava layoutu linky za účelem optimalizace vzdálenosti mezi výrobou a sklady, mezi jednotlivými stroji

Pro úspěšné řízení metodou JIT je nezbytná vysoká úroveň standardizace výrobků, kdy je jejich konstrukce přizpůsobována výrobě. Pro dosažení požadované pružnosti výrobního systému je vyráběno po malých dávkách s kratší průběžnou dobou a seřizovacími časy. Jsou eliminovány sklady rozpracované výroby a preventivní údržba za účelem odstranění poruch strojů je prováděna v mnohem kratší frekvenci.

Kromě hlavních přínosů, jako je mimo jiné i zvýšení jakosti a zvýšení produktivity, přináší JIT i rizika, která mohou podnik výrazně ohrozit. Při udržování

takřka nulových zásob, kdy se podnik spoléhá na bezproblémový chod všech částí procesu a na přesné dodávky od dodavatele, může každý kvalitativní problém či zpoždění dodávky přinášet sankce od zákazníka za zpoždění splnění zakázky atp. (1)

2.1.5 Kanban

Jedním z nástrojů, který výrazně přispívá ke správnému fungování JIT, je systém Kanban. Do českého jazyka se název překládá jako „štítek“ nebo „karta“. Jedná se o samořídící systém, který zajišťuje, aby měla výroba neustále dostatek vysokoobrátkových položek umístěných v kanbanovém regálu na pracovišti. Zároveň tento systém zajišťuje, že se ve výrobě nehromadí zásoby komponentů.

V praxi je fungování kanbanu zajištěno následovně. Ve výrobě je umístěn zásobník na položky řízené kanbanově, který je naplněn boxy pro jednotlivé položky. Ke každé položce se váže kanbanová karta, která nese údaje o položce (název, číslo položky, případně její čárový kód, údaj o odběrateli a dodavateli, množstevní jednotku). Ve chvíli, kdy pracovník výroby zhodnotí stav položky v boxu jako nedostatečný, zajistí dodání potřebného množství odesláním karty kanban proti směru hmotného toku, tzn. do skladu nebo dodavatelskému pracovišti. Zavedení tohoto systému je vhodné primárně pro hromadnou výrobu nebo velkosériovou výrobu, která je zaměřena zejména na jednoduché výrobky, ale i na výrobky skládající se z většího počtu částí. (5)

2.1.6 Štíhlý layout

Jedním z hlavních původců plýtvání může být ve výrobním podniku špatně zvolený layout výroby. Nevhodné rozvržení výrobních zařízení může totiž způsobovat komplikované materiálové toky, zbytečné manipulační operace, nadbytek skladovacích míst a tím navyšovat logistické i výrobní náklady.

Pro podniky, které mají široký sortiment výrobků a potřebují pružně reagovat na požadavky zákazníků, je nejideálnějším řešením uspořádání výroby tzv. buňkové uspořádání. Buňkové uspořádání představuje uspořádání výroby do buněk, kde jsou společně vyráběny výrobky jedné výrobkové rodiny s podobnými výrobními požadavky, velikostí a funkcí. Celý výrobek je tedy zhotoven v jedné výrobní buňce na strojích rozdílného technologického charakteru. Díky rozmístění výrobního zařízení v rámci

jedné buňky v těsné blízkosti dochází k eliminaci přemísťování jednoho kusu výrobku po dlouhých vzdálenostech na celé výrobní ploše. Operátor výroby může zároveň obsluhovat více strojů a kapacitu výrobní buňky je možné jednoduše navýšit či snížit změnou počtu operátorů.

Přínosem revize a optimalizace layoutu je:

- redukce potřebné výrobní plochy
- redukce skladovacích míst a snížení zásob
- minimalizace vzdáleností mezi pracovišti a redukce manipulačních operací
- jednodušší a přehlednější řízení materiálového toku

Díky výrobě v buňkách je možné snížit výrobní dávky. Tím je výrazně zkrácena průběžná doba výroby jednoho kusu a je odstraněno plýtvání v podobě času, kdy není produktu přidávána hodnota. Dodatečným efektem snížení výrobních dávek je usnadnění mezioperačních manipulací a možnost zmenšení používaných přepravních prostředků a tím i skladovacích prostor. (8)

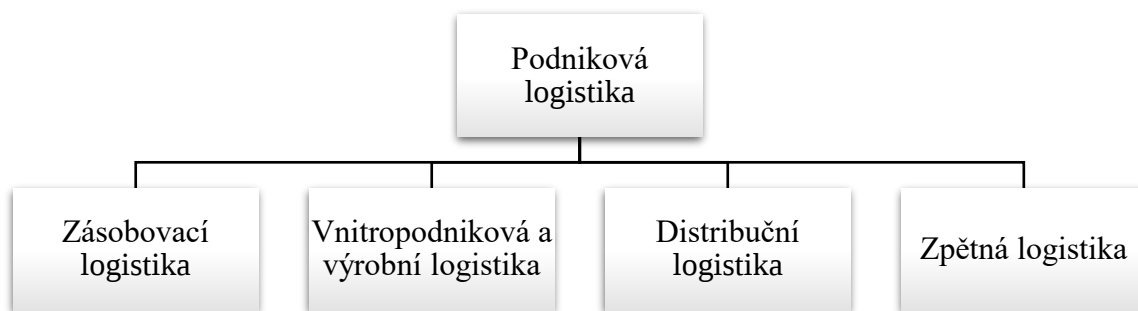
2.2 Štíhlá logistika

Logistika představuje v podniku oblast, která generuje někdy až 70 % nákladů na výrobek a zaměstnává až 25 % pracovníků. Svými náklady se vysoce podílí na celkových podnikových nákladech a tím z velké části určuje konkurenceschopnost podniku. (8)

Logistické procesy v podniku představují činnosti, které nepřidávají hodnotu produktu. Aplikace principů lean v oblasti logistiky proto představuje velmi vysoký potenciál pro celkové zeštíhlení podniku. Dochází k zefektivnění log. procesů, zvýšení jejich produktivity a redukci logistických nákladů. (3)

2.2.1 Logistika podniku a její členění

„Logistika je řízení materiálového, informačního i finančního toku s ohledem na včasné splnění požadavků finálního zákazníka a s ohledem na nutnou tvorbu zisku v celém toku materiálu.“ (11, str. 25)



Obr. 4: Členění podnikové logistiky (Zdroj: Upraveno dle: 3, str. 191)

Dle obrázku č. 4 je podniková logistika členěna na oblast zásobovací, výrobní a vnitropodnikovou, distribuční a zpětnou:

1) Zásobovací logistika

Hlavním úkolem zásobovací logistiky je zajištění potřebného množství zásob ve správný čas na správné místo za účelem uspokojení výrobního požadavku, tedy požadavku zákazníka.

2) Vnitropodniková a výrobní logistika

Vnitropodniková a výrobní logistika zajišťuje v podniku veškeré materiálové toky a jejich optimalizaci, systémy pro manipulaci i efektivní rozmístění skladovacích a výrobních zařízení.

3) Distribuční logistika

Logistika v oblasti distribuce představuje nakládání s hotovými výrobky a jejich cestu k zákazníkovi. Zahrnuje balení, expedici i dopravu.

4) Zpětná logistika

Pod pojmem zpětná logistika se skrývá zpětný tok produktů i obalů. Zahrnuje reklamační řízení poškozených produktů, ale i zpětný tok obalů za účelem recyklace nebo jejich opětovného použití. (3)

2.2.2 Plýtvání v logistice

Jak již bylo řečeno v kapitole první, aby byl podnik štíhlý, musí být principy lean prostoupeny celým podnikem. Následování filozofie Kaizen, odstranění plýtvání, zavedení metody 5S, štíhlý layout, management toku hodnot i synchronizace toků má i na oblast logistiky kýžený efekt.

Plýtvání v oblasti logistiky představují například **nadbytečné zásoby**. Až 5 % materiálu je znehodnoceno v průběhu dopravy, nesprávným skladováním či vlivem manipulace. Nehledě na to nadbytečné zásoby představují pro podnik zvýšené náklady na skladovací prostory, personál skladu a v neposlední řadě v sobě vážou finanční kapitál podniku. Dalším představitelem plýtvání je **nevyužitá kapacita přepravy a zbytečná manipulace**, jejímž odstraněním lze dosáhnout zeštíhlením layoutu skladů nebo přiblížení skladovacích a výrobních zařízení na minimální vzdálenost. **Časové prostoje** je možné odstranit efektivnějším řízením zásob či synchronizací toků napříč celou oblastí logistiky. (8)

2.3 Materiálový a hodnotový tok

Optimalizace materiálového a hodnotového toku je velmi důležitou součástí řízení štíhlého podniku. Oba tyto pojmy budou v první řadě blíže vysvětleny a dále budou objasněny metody jejich analýzy a řízení.

2.3.1 Materiálový tok

„Materiálový tok je řízený pohyb materiálu, surovin, polotovarů, který umožňuje charakterizovat dynamiku výroby v prostoru a čase.“ (3, str. 217)

Materiálový tok je základem pro potřebu logistického řízení v podniku i mimo něj. Je vysoce ovlivňován rozmístěním podniku včetně výrobních prostor, skladovacích prostor a zařízení uvnitř. Optimalizace uspořádání výrobních zařízení, skladovacích zařízení a jejich vzájemného umístění je mnohdy příležitostí k vysokým úsporám v podniku v oblasti nejen financí, ale i času.

Materiálový tok je ovlivňován výrobním procesem a jeho jednotlivými charakteristikami (objem výroby, druh výroby), dále jeho uspořádáním (technologické,

předmětné atd.), technologickou náročností výroby, množstvím výrobních operací, možnostmi dopravy materiálu atd. Na počátku všeho stojí produkt nebo produktová řada, která je výsledkem vybraného výrobního procesu. Analýza materiálového toku zahrnuje sběr a zpracování informací o produktu a jeho materiálu, jeho pohybech a objemech výroby, jednotlivých činnostech, které se na vzniku produktu podílejí, a o času jejich trvání. Výsledkem je zhodnocení použitých způsobů manipulace a úrovně, jakou odpovídají požadavkům všech účastníků procesu a návrh na jejich optimalizaci. (3)

2.3.2 Hodnotový tok

Hodnotový management, jinak nazýván také jako management toku hodnot, je nedílnou součástí řízení štihlého podniku. Stejně jako ostatní metody štíhlé výroby byl vyvíjen ve druhé polovině 20. století a jeho finální podoba je stále dotvářena.

Tato vědní disciplína je zaměřena primárně na utváření hodnoty pro zákazníka, která je vyjádřena poměrem mezi úrovní splnění požadovaných funkcí a vynaloženými náklady na koupi produktu. Hodnota pro zákazníka tedy není automaticky navyšována podnikem vynaloženými náklady, jak je v mnoha případech mylně chápáno. Naopak podnik často vynakládá finance na činnosti, kterými se hodnota pro zákazníka nezvyšuje. Proto je nutné v rámci hodnotového managementu všechny činnosti mapovat, a ty, které nepřidávají hodnotu a představují plýtvání eliminovat a snižovat tím celkovou průběžnou dobu produktu. V rámci mapování hodnotového toku je sledován tok informací a tok materiálový. (6)

„Hodnotovým tokem rozumíme souhrn všech aktivit v procesech, které vůbec umožňují vlastní transformaci materiálu na konkrétní zboží, jež má hodnotu pro zákazníka.“ (9, str. 13).

2.3.2.1 Value Stream Mapping

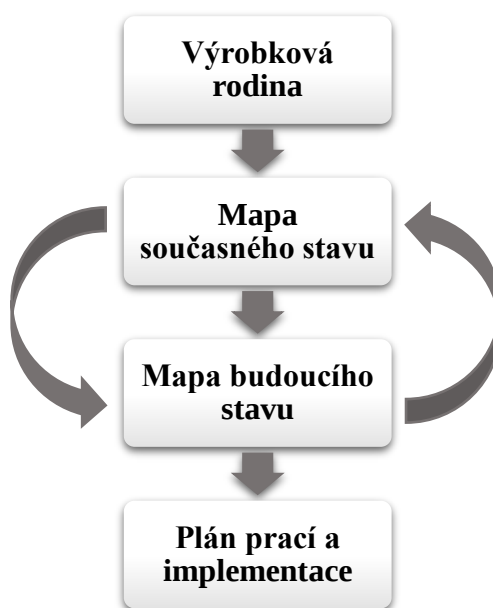
Value Stream Mapping, neboli VSM, je metoda, která umožňuje mapování informačního, materiálového i hodnotového toku v celém hodnototvorném řetězci výrobku. Hodnototvorný řetězec zahrnuje nejen výrobu uvnitř podniku, ale i celý tok činností počínající u dodavatele a končící u distributorů výrobku. (1)

Výsledkem mapování je přehledný diagram znázorňující konkrétní proces z hlediska toho, jak a kým je při jeho dílčích činnostech přidávána hodnota vyžadovaná zákazníkem.

Mezi hlavní přínosy VSM patří:

- Zpřehlednění procesu a jeho vývoje v čase a prostoru
- Zobrazení jednotlivých činností, jejich vzájemných vztahů, standardizace postupů
- Odhalení časově nejnáročnějších činností a míst čekání
- Vybalancování linky a redukce průběžné doby výroby
- Vizualizace návaznosti procesu na jeho předcházející a následující činnosti
- Zaznamenání údajů o výkonnosti částí procesu (4)

Metoda je používána ve čtyřech krocích. Prvním krokem je volba výrobku nebo výrobkové rodiny, pro kterou proběhne mapování. V rámci druhého kroku je tvořena mapa současného stavu toku hodnot. Jak lze vidět na obrázku níže, mezi procesem tvorby mapy současného stavu a procesem tvorby mapy stavu budoucího je obousměrný tok. To znamená, že procesy tvorby těchto dvou map nemusí být prováděny výlučně zvlášť, ale mohou se překrývat. Následuje proces tvorby mapy budoucího stavu. Posledním krokem metody VSM je vytvoření plánu činností směřujících k dosažení definovaného budoucího stavu a jejich provedení. (16)



Obr. 5: Postup použití metody VSM (Zdroj: Upraveno dle: 16, str. 19)

2.3.3 Analýza a měření práce

Abychom mohli materiálový, informační a hodnotový tok zlepšovat, optimalizovat a řídit, je nezbytné provádět analýzu a měření práce.

2.3.3.1 Analýza práce

Aby bylo možné analyzovat komplexní hodnotový tok, analýza musí proběhnout v první řadě na úrovni pracovní operace. V tomto kroku dojde k rozčlenění operací do jednotlivých částí a k identifikaci plýtvání, či odhalení špatného vybalancování pracovišť. Dalším stupněm je analýza na úrovni podniku, a jako poslední probíhá analýza na mezipodnikové úrovni. (9)

Pro účely této práce budou detailněji popsány dvě vybrané metody. První metodou je Procesní analýza, která umožňuje rozčlenit pracovní operace na jednotlivé úkony a je podkladem pro identifikaci plýtvání a optimalizaci rozmístění pracovišť. (7) Další metodou je Spaghetti diagram, který umožňuje mapování materiálového toku a pohyby pracovníků na výrobní ploše.

Procesní analýza

Procesní analýza, resp. postupový diagram, je analytický nástroj, který je používán k mapování procesů a popisu účinnosti a výkonnosti pracovních operací. Je vhodný pro administrativní i výrobní operace, které zahrnují vysoký počet přesunů předmětů, jejich ukládání atd. (7)

Prostřednictvím procesní analýzy je možné pracovní operace rozčlenit na jednotlivé úkony a tyto úkony označit dle jejich charakteru jedním ze symbolů z následující tabulky.

Tabulka 1: Symboly pro procesní analýzu (Zdroj: Upraveno dle: 7)

	Operace	Změna vlastností, tvaru a jiných charakteristik výrobku
	Transport	Přesun materiálu, výrobku
	Skladování	Hromadění výrobků, materiálu na určeném místě
	Čekání	Čekání strojů, výrobků, lidí (neplánované)
	Kontrola množství	
	Kontrola kvality	

Cílem procesní analýzy je vizuální zobrazení následnosti jednotlivých úkonů, kdy je na výrobcích nebo na dávce výrobků prováděna technologická operace, jsou přemísťovány, skladovány nebo kontrolovány. Jednotlivé úkony jsou měřeny z hlediska času, vzdálenosti i počtu zapojených pracovníků. Tyto údaje umožňují kvantifikovat délku trvání operace i vzdálenost, kterou produkt nebo materiál během operace překonal. Prostřednictvím této vizualizace je možné identifikovat a demonstrovat plýtvání, k němuž při operaci dochází. (3)

Vytvořený procesní diagram slouží jako podklad pro revizi pracovních postupů, optimalizaci materiálových toků a uspořádání pracovišť a skladovacích prostředků ve výrobě. (7)

Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je jednoduchým nástrojem pro analýzu materiálového toku a nalezení optimálního uspořádání výrobního procesu. Je vhodné jej využít za účelem analýzy pohybů pracovníka při provádění pracovních činností vyžadujících vysoké množství dílčích operací. Ze Spaghetti diagramu je zřejmé prostorové rozložení jednotlivých operací a je v něm znázorněn každý jeden pohyb pracovníka i materiálu po pracovišti. Díky tomuto mapování jsme schopni optimálně uspořádat pracoviště tak, aby byly pohyby pracovníka i materiálu optimalizovány a sníženy na minimum.

Při zpracovávání Špagetového diagramu je v první řadě třeba mít k dispozici plán prostoru, v němž se proces odehrává. Dále je zaznamenán průběh procesu v jednotlivých krocích, které jsou očíslovány dle jejich návaznosti. Směr pohybu materiálu i osob je znázorněn šipkami a rozlišen barvami. Pro znázornění časové a prostorové náročnosti pohybu a jednotlivých operací jsou využívány jednotky metrické soustavy. Velmi důležité je zaznamenat možnost změny polohy jednotlivých pracovišť. Pokud je poloha některých prvků procesu z jakýchkoli důvodů neměnná, je třeba tuto skutečnost zaznačit. Za účelem odhalení případných chyb je nezbytné výsledný diagram zkontrolovat s pracovníkem, který v praxi činnosti vykonává. Konečným krokem po zmapování procesu prostřednictvím Spaghetti diagramu je hledání možnosti změn uspořádání pracovního prostředí tak, aby bylo dosaženo odstranění zbytečných pohybů lidí a materiálu, zjednodušení toků na pracovišti a zlepšení návaznosti uvnitř pracovního procesu. (4)

2.3.3.2 Měření práce

Pro určení spotřeby času pracovních operací jsou užívány metody měření práce, které rozlišujeme na metody přímé a nepřímé. Měření práce provádíme za účelem kapacitních propočtů, stanovení průběžné doby výroby, měření produktivity práce nebo za účelem odstranění úzkých míst v procesech. Výsledkem měření práce je stanovení norem spotřeby času. (10)

Přímé metody

Metody přímého měření práce dělíme na snímek operace a snímek pracovního dne. Nejpoužívanější metodou snímku operace je chronometráž, která umožňuje rozčlenění procesu do dílčích operací a zaznamenání doby jejich trvání. Chronometráž je ideálním podkladem pro balancování operací, které bude popsáno v následující části práce. Z hlediska proveditelnosti je tato metoda jednodušší než snímek pracovního dne, který naopak poskytuje podrobnější informace o průběhu práce.

Výhodou těchto metod je, že k jejich provedení stačí pouze psací potřeby a stopky, případně je možné užití kamery k pořízení videozáznamu. (10)

Nepřímé metody

Nepřímé metody jsou jinak nazývány jako systémy předem určených časů, které spočívají ve využití technik časových studií a filozofie pohybových studií. Základním pohybům tak určují a přiřazují časy, které jsou zaznamenávány do datových tabulek.

Nejpoužívanější metodou předem definovaných časových hodnot je MOST. MOST je zkratka pro Maynard Operation Sequence Technique. Tato metoda rozlišuje produktivní a neproduktivní časy, jako jsou například pohyby těla. Pomocí tohoto rozlišení je určován poměr přidané hodnoty činnosti. (10)

2.3.4 Balancování operací

Za účelem optimalizace uspořádání výrobní linky a návrhu nového uspořádání se používá metoda balancování operací. Použití této metody zajišťuje optimální rozdělení pracovních operací mezi jednotlivé pracovníky. (7)

Hlavní podstatou balancování je synchronizování zákaznického taktu a cyklového času výroby. Zákaznický takt je definován jako doba, za kterou musí výrobní proces vyhotovit jeden kus produktu tak, aby byl uspokojen požadavek zákazníka. Takt je vypočten poměrem mezi dostupným časovým fondem a počtem kusů požadovaných zákazníkem. Cyklový čas je čas, po který je vykonávána určitá skupina operací většinou jedním operátorem výroby. (7)

Prvním krokem pro balancování je měření práce. Pro měření může být použita například chronometráž, která poskytne údaje o trvání jednotlivých pracovních operací. Tyto údaje jsou zpracovány do sloupcového grafu, kde každý sloupec představuje jednu pracovní stanici či pracovníka. Cílem balancování linky je vyrovnání cyklový čas na jednotlivých stanicích, který je kratší než zákaznický takt.

Vyrovnění cyklového času a zákaznického taktu může být dosaženo několika postupy. Patří mezi ně například stanovení nového počtu pracovníků, přestavba linky, zefektivnění pracovních operací nebo přesunutí operací mezi pracovišti. Všechny provedené změny musí vždy respektovat posloupnosti jednotlivých operací a musí být dodržen technologický postup výroby. Výsledná úspěšnost balancování je hodnocena balančním indexem, který je vypočítán vzorcem, kde čitatelem je součet cyklových časů operací a jmenovatelem je násobek nejdelšího cyklového času a počtu pracovníků (10).

3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V analytické části práce bude detailně představena výrobní jednotka podniku ASSA ABLOY Czech & Slovakia s. r. o., která se nachází v Rychnově nad Kněžnou. Kromě základních informací o podniku bude popsána jeho historie, organizační struktura, výrobní program a výrobkové portfolio. Následně proběhne analýza konkrétní oblasti s použitím analytických metod, které byly představeny v teoretické části práce. Prostřednictvím procesní analýzy, špagetových diagramů a mapy materiálového toku budou odhalena úzká místa a oblasti plýtvání v jednotlivých procesech. Závěrem analýzy bude shrnutí těchto nedostatků, které bude hlavním východiskem pro návrhovou část práce.

3.1 Představení podniku

Společnost ASSA ABLOY Czech & Slovakia s. r. o. se sídlem v Rychnově nad Kněžnou vznikla v roce 2008 fúzí společností FAB, s.r.o. a Abloy spol. s.r.o. Podnik je součástí mezinárodní skupiny ASSA ABLOY, která je světovou jedničkou na trhu ve výrobě a dodávání uzavíracích dveřních systémů. Podnik zastává vedoucí postavení na trhu v oblasti přístupové kontroly, identifikačních technologií a v zabezpečení a automatizaci vchodů. (12)

V České republice má podnik obchodní zastoupení v Praze a výrobní závod v Rychnově nad Kněžnou s přibližně 500 zaměstnanci.

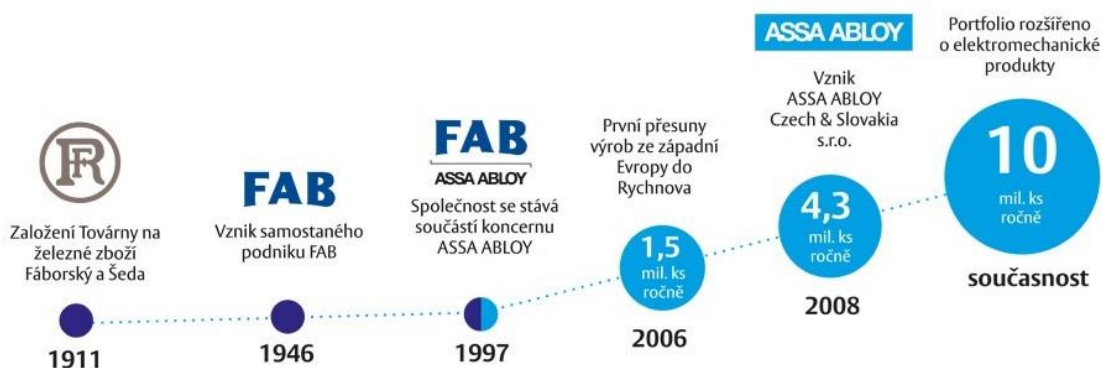
3.1.1 Historie podniku

Již před více než 100 lety byla v roce 1911 v Rychnově nad Kněžnou založena společnost s ručením omezeným s názvem Továrna na železné zboží Fáborský a Šeda. Sériová výroba cylindrických vložek s označením FAB byla zavedena v roce 1933. Již od té doby si značka nese ve znaku symbol hlavy psa, který je pro ni charakteristický dodnes. (13)



Obr. 6: Logo společnosti z roku 1941 (Zdroj: Převzato z: 14)

Součástí koncernu ASSA ABLOY se společnost FAB s.r.o. stala v roce 1997, což vedlo k transferům výrob ze západních podniků Evropy do Rychnova. Díky těmto přesunům byl Rychnovský závod rozšiřován o nové výrobní haly a výrobní zařízení až do současné kapacity 10 mil. kusů produktů ročně. (13)



Obr. 7: Historický vývoj podniku (Zdroj: Převzato z:13)

3.1.2 ASSA ABLOY AB

Podnik ASSA ABLOY AB se sídlem ve Stockholmu vznikl v roce 1994 spojením švédské firmy ASSA a finského podniku Abloy. Postupným rozšiřováním o společnosti zabývající se výrobou a dodávkami uzavíracích systémů se firma rozrostla do nadnárodní skupiny, která má současně přibližně 50 000 zaměstnanců a dosahuje ročního odbytu přesahujícího 7,2 mld. eur. Pro udržení přední pozice na trhu si firma klade za cíl dodávání kvalitních výrobků dlouhé životnosti a flexibilní uspokojování zákaznických požadavků při minimální spotřebě zdrojů. Důležitou součástí výrobních a prodejních činností je snaha podniku o snižování dopadu na životní prostředí v průběhu výroby i celého životního cyklu výrobku. (12)

ASSA ABLOY Czech & Slovakia s. r. o. je součástí divize, která se zaměřuje na zámky mechanického, elektromechanického i elektronického charakteru, dále na dveřní vložky a bezpečnostní dveře. Mezi tři hlavní strategické cíle patří zacílení na potřeby zákazníka a udržení vedoucího postavení produktů na trhu pomocí inovací. Pro zajišťování investic a inovací produktů je část tržeb zpět investována do podniku. Modernizace technologií je také podporována dotacemi z Evropské unie. Třetím strategickým cílem je snížení nákladů prostřednictvím zvýšení efektivity využití zdrojů. Tohoto cíle je dosahováno zeštíhlováním procesů dle principů štíhlé výroby. (12)

3.1.3 Sortiment

Ve výrobní jednotce v Rychnově nad Kněžnou jsou vyráběny produkty mnoha sesterských společností ze skupiny ASSA ABLOY, přizpůsobené požadavkům jejich lokálních trhů. Patří mezi ně například MUL-T-LOCK, Trio Ving, Ruko, Vachette, KESO a IKON. Produkty jsou využívány v průmyslové, komerční, institucionální i bytové oblasti.

Na českém a slovenském trhu jsou nabízeny následující značky a skupiny produktů:

FAB

- Cylindrické vložky mechanické a elektromechanické (FAB ENTR)
- Systémy generálního a hlavního klíče, dveřní zavírače, bezpečnostní kování
- Zadlabací, visací, samozamykací, průmyslové zámky

ABLOY

- Elektromotorické, mechanické samozamykací bezpečnostní zámky
- Elektrické pohony dveří

HID

- RFID technologie (přístupové karty, čtečky, klávesnice)

Yale

- Bezdrátové alarmy, visací zámky
- Dveřní doplňky (řetízky, kukátka)

Effeff

- Únikové terminály, uzamykací systémy pro bytové domy
- Bezpečnostní zámky elektromotorické

IKON

- Bezpečnostní dveřní kování

TESA

- Hotelové kartové zámky

ENTRE MATIC

- Dveřní pohony, zavírače (rezidenční, komerční sektor, zdravotnická zařízení) (12)

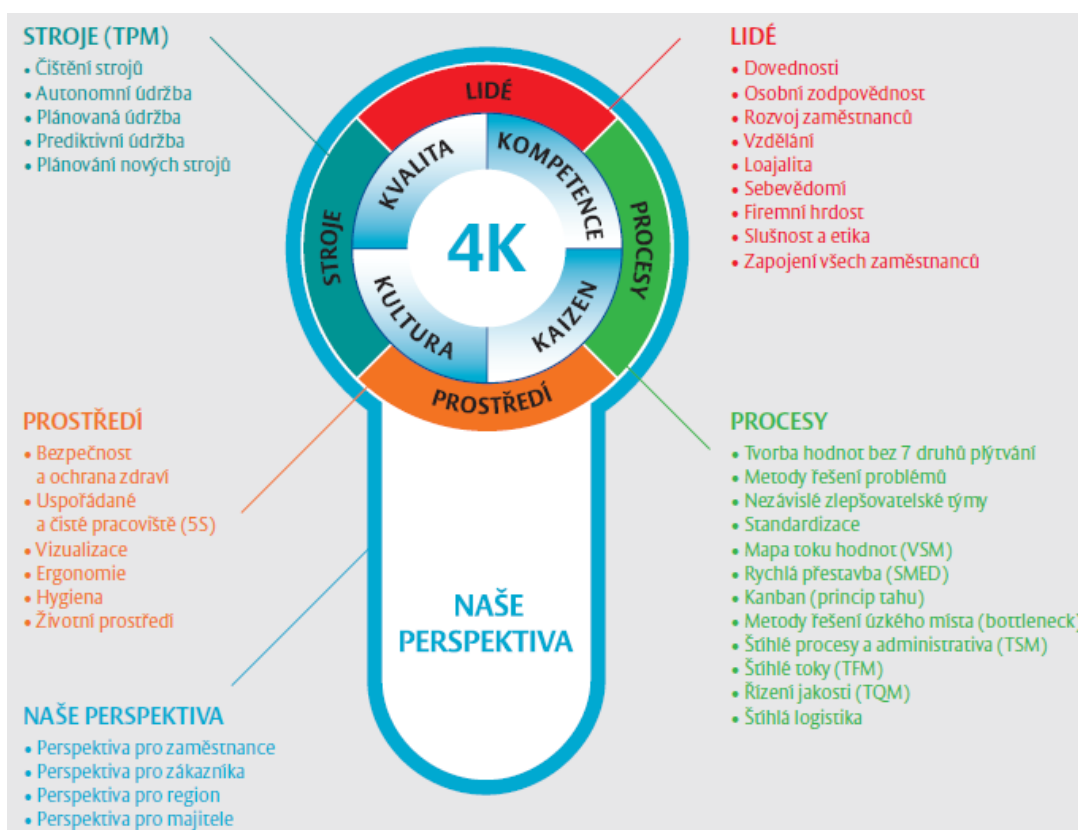
3.1.4 Výrobní systém 4K

Výrobní systém 4K formuluje čtyři hlavní hodnoty společnosti, které by měly být naplňovány ve všech podnikových oblastech. Dále definuje základní prvky výrobního systému a principy, jejichž prostřednictvím chce podnik dosahovat neustálého zlepšování procesů. Systém 4K je závazkem pro všechny zainteresované strany, tedy pro společnost, její zaměstnance, zákazníky i vlastníky. Usměrnjuje jejich cestu ke sdílenému cíli, kterým je dosažení světové úrovně ve výrobě a prodeji zámků a cylindrických vložek.

První představení systému 4K proběhlo již v roce 2012. Od této doby byl systém postupně upravován a jeho aktuální podoba byla vytvořena v roce 2018.

Hlavní hodnoty společnosti jsou:

- KVALITA – Práci provádíme bez chyb v té nejvyšší kvalitě
- KOMPETENCE – Své práci rozumíme
- KAIZEN – Podnikové procesy trvale zlepšujeme
- KULTURA – Všichni tvoříme jeden tým



Obr. 8: Výrobní systém 4K (Zdroj: Převzato z:14)

Lidé

Cílem firmy je mít kompetentní zaměstnance, kteří jsou odpovědní za svou práci, mají proaktivní přístup a pomáhají zlepšovat vnitropodnikové procesy. Takoví zaměstnanci přinášejí podniku hodnotu a jsou základem jeho fungování.

Kvalifikovaný a motivovaný zaměstnanec je výkonnější v plnění pracovních povinností než zaměstnanec demotivovaný. Proto se podnik snaží rozvíjet znalosti a schopnosti zaměstnanců prostřednictvím vzdělávacích programů. Vzdělávání je zaměřeno na dovednosti, které zaměstnanci mohou uplatnit při výkonu aktuální pozice nebo při přípravě na další pozice v rámci jejich kariérního postupu uvnitř podniku.

Procesy

Hlavní cíle v oblasti procesů se odvíjí od zavedené metodiky štíhlé výroby, která je implementována v rámci celého podniku. Všechny podnikové činnosti jsou zaměřeny na tvorbu hodnot, identifikování plýtvání v procesech a jeho odstraňování.

Pro efektivní řešení problémů jsou vytipovány postupy, jejichž dodržování vede k rozklíčování kauzálních vztahů mezi příčinami a následky. Mezi tyto metody patří Ishikawův diagram nebo 5x WHY. Cíle jsou stanovovány metodou SMART a nový stav, kterého bylo prostřednictvím změn dosaženo, je doporučeno dokumentovat a standardizovat.

Pro mapování tvorby hodnot a materiálových a informačních toků je doporučena metoda Value Stream Mapping, která umožňuje zkracování průběžné doby výroby, snižování nákladů i zásob. Zkracování průběžné doby výroby je podpořeno i zavedením metody SMED, která je cílí na snížení času přestaveb a seřízení strojů. Touto metodou je dosahováno vyšší výrobní kapacity a zkrácení reakční doby výrobního procesu na měnící se požadavky zákazníků.

Veškeré procesy musí být řízeny pomocí metody Total Quality Management. Dosahování vysoké kvality výrobků vede totiž nejen ke snižování nákladů na reklamace a opravy vadných výrobků, ale i k budování pozitivně vnímané image na trhu.

Principy štíhlé výroby nejsou aplikovány pouze ve výrobě, ale i v oblasti administrativy a logistiky. Pro úspěšné zavedení definovaných principů je nezbytné zapojení všech zaměstnanců podniku.

Prostředí

Pro ASSA ABLOY jako pro zaměstnavatele více než 47 000 zaměstnanců je vždy na prvním místě jejich bezpečnost a zdraví. Proto je důraz kladen na bezpodmínečné dodržování předpisů BOZP. Tedy používání osobních ochranných pracovních prostředků, udržování pracoviště dle 5S a plnění pracovních návodů a návodů k obsluze strojních zařízení bez jakýchkoli výjimek. Zaměstnanci jsou ohledně bezpečnosti školeni a pracovní prostředí je pravidelně auditováno pro odhalování nových rizik, ohrožujících zdraví všech osob.

Důležitým prvkem udržování zdravotně nezávadného pracovního prostředí je i zlepšování uspořádání pracoviště dle zásad ergonomie. Pracoviště, které svými rozměry a uspořádáním nevyhovuje přirozeným pohybům a rozměrům lidského těla může mít výrazný negativní vliv na zdraví pracovníků. Může způsobovat únavu i vyšší nemocnost. V konečném důsledku negativně ovlivňuje i produktivitu výrobního procesu.

Jako pomocný prvek pro zvyšování bezpečnosti, ale i předávání informací zaměstnancům, je napříč organizací zavedený standard vizualizace. Do vizualizace řadíme barevná značení na podlahách pro určení chodníku pro chodce nebo pozice zařízení, dále digitální obrazovky, které předávají zaměstnancům informace ohledně denního plnění plánu a dosahování kvality, nástěnky a světelné signalizace.

Stroje

Funkčnost strojního zařízení je nezbytná pro plynulý průběh výrobního procesu a včasné uspokojování potřeb zákazníků. Proto je pro každé strojní zařízení zavedená takzvaná plánovaná a autonomní údržba TPM (Total Productive Maintenance). Autonomní údržba je prováděna operátorem konkrétního stroje a nevyžaduje vysokou úroveň odbornosti, ale zároveň pracovníkovi rozšiřuje znalosti o strojním zařízení. Naopak plánovaná údržba je prováděna kvalifikovanými pracovníky údržby po delším časovém období.

Ukazatel, kterým je měřena efektivita strojního zařízení, se nazývá OEE (Ukazatel celkové efektivity zařízení). Tento ukazatel hodnotí využití stroje dle doby jeho dostupnosti, výkonu v kusech a kvality produkce. Cílová hodnota efektivity využití zařízení je vyšší než 85 %. (15)

3.1.5 Organizační struktura

V rámci České republiky má podnik výrobní závod v Rychnově nad Kněžnou a obchodní jednotku v Praze. Výrobní jednotka nese odpovědnost za výrobek, zajišťuje jeho vývoj, inovace, výrobu a distribuci. Naopak prodejní jednotka se stará o zákazníky, obchodní marketing a prodej produktů a služeb.

Výrobní jednotka v Rychnově nad Kněžnou má přibližně 500 zaměstnanců. Je rozdělena na 5 výrobních jednotek s označením BU „Business unit“: BU Alfa, BU Beta, BU Gama, BU Delta a BU Omega. Prvních pět vyjmenovaných jednotek je rozděleno dle typu sortimentu pro jednotlivé zákazníky, jimiž jsou sesterské společnosti ASSA ABLOY.

Výroba jednotky Alfa je zaměřena na produkty pro Českou republiku, východní Evropu, Francii, Itálii, státy Beneluxu, Španělsko a Spojené království Velké Británie a Severního Irska. BU Beta je zaměřena na produkty elektromechanického charakteru. Gama vyrábí pro region DACH, tedy Německo, Rakousko a Švýcarsko. Oblast Skandinávie je pokryta produkcí jednotky Delta. Jednotka Omega zajišťuje potřebné povrchové úpravy pro ostatní výrobní jednotky. Mezi tyto povrchové úpravy patří úpravy bez pokovení (např. broušení, kartáčování, leštění, tryskání), niklování (nikl lesklý, matný, pololesk) a chromování.

V organizační struktuře dále figurují tzv. sdílené služby, které svojí činností podporují jednotlivé jednotky. Jedná se o oddělení logistiky (nákup, skladování, expedice), personální oddělení, oddělení kvality a IT. Kompletní organizační struktura je k nahlédnutí v příloze č. 1.

3.2 BU BETA

Pro analytickou část práce byla vybrána výrobní jednotka Beta, konkrétně linka montáže produktu Aperio E100. Pro získání ucelené představy o výrobním programu jednotky BETA budou popsány jednotlivé rodiny výrobků. Dále bude následovat charakteristika vybraného produktu E100. Pro tento produkt bude popsán technologický postup výroby a materiálový tok na montážních pracovištích.

3.2.1 Výrobní rodiny

Výrobní jednotka Beta je zaměřena primárně na produkty elektromechanického charakteru. V této kapitole budou postupně stručně popsány jednotlivé typy produktů.

Elektrické otvírače

První skupinou produktů jsou elektrické otvírače značky FAB a Effeff. Tyto otvírače jsou vhodné pro vysoce namáhané vchodové dveře s vysokým provozem. Existuje několik typů, které je možné ovládat mechanicky, či elektrickým impulzem. V první variantě je možné mechanické nastavení páčky do zablokované či odblokované polohy. U druhé varianty jsou dveře v klidové poloze bez přístupu elektrického proudu blokovány. Po dobu přivedení napájení jsou dveře odblokovány a uživateli je umožněn průchod. (12)

FAB ENTR

K ovládání motorického zámku FAB ENTR nejsou vůbec třeba klíče. Zámek je možné ovládat otiskem prstu, prostřednictvím dálkového ovládání, telefonu, či klávesnice. Díky různým variantám přístupu nabízí nekonečné množství bezpečnostních opatření. Díky PIN klávesnici může být pro různé osoby nastaven různý přístupový kód, dále lze nastavit zamezení přístupu jednotlivým uživatelům v určený denní čas. Pro vysokou úroveň bezpečnosti je možné i nastavit SMS oznámení o otevření dveří. Po uzavření dveří je zámek automaticky uzamčen. (13)



Obr. 9: FAB ENTR (Zdroj: Převzato z: 13)

E-CLIQ

E-Cliq je čistě elektronický otevírací dveřní systém, který je založený na podnikem vyvinuté platformě CLIQ. Jedná se o úsporné řešení poskytující elektronickou přístupovou kontrolu bez potřeby jakéhokoli drátového připojení. Programovatelná vložka, kterou je možné jednoduše instalovat do aktuálně používaných dveří, je stejně jako klíč napájena vyměnitelnou baterií umístěnou v klíči. Klíčům můžou být přidělena různá přístupová práva, která je možné v případě ztráty klíče i odstranit, a tedy přístup zablokovat. K programování je možné využít webového systému či mobilního programovacího zařízení, kde je možné sledovat i historii přístupů. (12)

Aperio

Výrobková rodina Aperio představuje současně nejmodernější skupinu produktů založenou na technologiích, které jsou budoucností ve světě přístupových řešení. Tento přístupový systém je používám zcela bez klíčů. Jedině tak může být odstraněno riziko, které vzniká ztrátou klíčů. Přístupové karty, které klíče nahrazují, umožňují vysoký stupeň zabezpečení. Aperio je vhodné pro společnosti, které chtějí mít nad všemi dveřmi kontrolu prostřednictvím jejich propojení v jednotný systém, který umožňuje udělování různých kombinací přístupových práv pro jednotlivé uživatele. Pro produkty Aperio je možné použít stávající dveřní vybavení i již zavedené karty s RFID čipy. Na BU Beta probíhá montáž typu H100, C100, CHD a E100. (12)

- **E100** (Online kování)
- **H100** (Online klika)
- **C100** (Online vložka)
- **CHD** (Online klika se zabudovanou číselnou klávesnicí)



Obr. 10: Aperio CHD (Zdroj: Převzato z: 12)

3.2.2 Aperio E100

Předmětem analytické části práce je produkt s názvem Aperio E100. Jedná se o online kování, které má integrovanou čtečku na kartu s RFID čipem. Po přiložení karty je prostřednictvím online komunikace s kontrolním přístupovým systémem rozhodnuto o umožnění přístupu. Dveřní kování je napájeno integrovanou baterií a je kompatibilní se všemi mechanickými samozamykacími zámky značky ABLOY. Díky dostupnému příslušenství je možné kombinovat přístup přes kartu i zadání číselného kódu. (12)

V následující tabulce jsou seřazeny typy produktu dle podílu na ročním objemu prodeje E100 za rok 2019.

Tabulka 2: Procentuální podíl na prodeji dle typů (Zdroj: Vlastní zpracování)

Typ	Podíl na ročním prodeji [%]
DIN	43,4
Skandinávie	41,4
Premium	6,9
Austrálie	3,8
V2	1,6

První čtyři typy DIN, Skandinávie, Premium a Austrálie jsou postaveny na nejnovější vývojové platformě produktu V3. V2 je starší verze produktu, jejíž prodejnost je minimální a v budoucnu se předpokládá její úplný zánik. Typy DIN, Skandinávie a Austrálie jsou uzpůsobeny pro jednotlivé trhy profilem výřezu pro vložku a postavením kliky. Produkt Premium je konstruován tak, aby dosáhl na bezpečnostní a požární certifikaci.



Obr. 11: E100 DIN, Skandinávie, Austrálie (Zdroj: Upraveno dle: 12)

3.2.3 Linka montáže Aperio E100

Linka montáže E100 se skládá ze sedmi hlavních po sobě jdoucích operací. První operací je vychystávání materiálu do boxů, následuje laserování loga zákazníka v laserovacím zařízení, dále následuje nahrání software do elektroniky produktu, montáž vnitřní části produktu a montáž vnější části produktu. Na konci linky je testována funkčnost produktu na testovacím zařízení a posledním krokem je jeho zabalení.

Linka je obsluhována třemi pracovníci v jednosměnném provozu s přestávkami v časech 7:40 – 7:55 a 11:50 – 12:10. První pracovníce obsluhuje pracoviště laserování (P1) a montáž vnější části produktu (P4). Druhá pracovníce obsluhuje programovací zařízení na pracovištích P2/1, P2/2 a během času, kdy programovací zařízení nahrává software do elektroniky produktu, pracovníce odchází montovat vnitřní část produktu na pracoviště P3. V případě, že první pracovníce laseruje, druhá pracovníce za ni obsluhuje i pracoviště vnější montáže. Pro zajištění vzájemné zastupitelnosti je rozdělení pracovníků přibližně určeno na začátku každého týdne a je plánováno tak, aby se pracovníce mezi pracovišti každý den střídaly. Obsluhování pracovišť ale není fixně dáno a je vždy přizpůsobeno aktuálnímu vytížení pracovníků při práci. Třetí pracovníce obsluhuje pracoviště testování P5/1, P5/2 a balí produkty na P6.

Plánovačka výroby každé pondělí připraví na pracoviště laserování košilky zakázek pro nadcházející týden. Na tomto pracovišti jsou také nachystány prázdné boxy s RFID kartami. Každému kusu produktu je na začátku linky přidělen jeden takový box, který je po načtení RFID karty do PC na pracovišti laserování spárován s konkrétní zakázkou. Tímto způsobem je zajištěna sledovatelnost rozpracovanosti zakázek mezi všemi pracovišti.

Procesu montáže E100 předchází linka předmontáže, kde pracovníce kompletují podsestavy pro hlavní montáž produktu. Jedná se například o předmontáž vnější desky, spojky nebo motorku. Tyto komponenty jsou dále umístěny do zásobníků na pracoviště linky E100. Předmontáž zajišťuje dostatečné množství komponentů pro montáž E100 a tak přispívá k jejímu rychlejšímu a efektivnějšímu průběhu.

3.2.4 Technologický postup montáže

Technologický postup montáže je velmi podobný pro všechny typy produktu. Konkrétně bude stručně popsán postup pro produkt E100 DIN, který je ze všech typů nejprodávanější. Popis se odkazuje na layout, který je popsán v kapitole 5.3.2.

Materiálový tok mezi jednotlivými pracovišti a zásobníky je zobrazen v příloze č.2. Je shodný pro produkty DIN, Skandinávie, Austrálie i V2. Tok pro produkt Premium je z důvodu drobných odlišností výrobního procesu, a tedy i materiálového toku barevně odlišen.



Obr. 12: Technologický postup na lince montáže (Zdroj: Vlastní zpracování)

1. Vychystání komponent

Na pracovišti P1 jsou od plánovače výroby vychystány košíčky jednotlivých zakázek pro následující pracovní týden. Pracovnice výroby nejdříve vychystá prázdné boxy na pult na pracovišti P1 dle počtu kusů v zakázce (pro jeden kus produktu jeden box). Do těchto boxů následně připraví díly ze zásobníku Z1 dle soupisu na košílce vybrané zakázky.



Obr. 13: Pick-by-light zásobník Z1 (Zdroj: Vlastní zpracování)

2. Příprava zakázky a laserování

Na pracovišti P1 následuje načtení čárového kódu zakázky do PC a ruční zadání počtu kusů do PC. Dle zadaných údajů se vytiskne etiketa, která je vložena do boxu. Pracovnice následně vloží vychystané vnější štíty do laserovacího zařízení a spustí proces laserování. Zařízení umožňuje laserování zákaznického loga až na 3 kusy současně. Po ukončení procesu pracovnice hadříkem očistí jednotlivé štíty, umístí je zpět do boxů a ty vloží do zásobníku Z2.



Obr. 14: Pracoviště laserování (Zdroj: Vlastní zpracování)

3. Programování elektroniky

Pracovnice na pracovišti P2/1 vyjme box ze zásobníku a umístí ho na pracoviště, kde je prostřednictvím čtecího zařízení zakázka identifikována. Následně jsou naskenovány čárové kódy na elektronických součástkách za účelem spárování elektroniky. Dále pracovnice vloží součástky do programovacího zařízení a spustí proces

nahrávání softwaru. Po ukončení programovacího procesu, které signalizuje zelená kontrolka na monitoru PC, pracovníce naprogramovanou elektroniku vyjme a nasune na vnitřní modul kabel. Následně umístí elektroniku do boxu a ten přenesse na následující pracoviště.

V případě naplnění kapacity programovacího zařízení na P2/1 je využíváno totožné programovací zařízení na P2/2.



Obr. 15: Pracoviště programování (Zdroj: Vlastní zpracování)

4. Montáž 1

Na pracovišti P3 probíhá montáž vnitřního dílu kování. Pracovníce nejdříve vloží vnitřní víko do silonového přípravku. Následně v ruce provede naolejování a namazání spojky, do které zavede čep, a celou součástku umístí do vnitřního víka. Dále do silonového přípravku vloží naprogramovanou elektroniku a sešroubuje vnitřní montážní desku a vnitřní víko čtyřmi šrouby. Sestavu sešroubuje s elektronikou a ručně upraví uložení kabelů. Následuje ruční kontrola pevnosti spojení a provedení kontroly pomocí kontrolního kroužku a kontrolní kliky. Po kontrole je nasazen ochranný kryt pro elektroniku a je nalepeno kontrolní číslo pracovníka.

5. Montáž 2

Na pracovišti P4 probíhá montáž vnějšího kování. Vnější elektronika je vložena do silonového přípravku a je překryta vnějším krytem, na kterém jsou speciální pákou vytlačeny vroubky. Následuje protažení kabelů elektroniky skrze otvory na štítu.

Funkčnost vnější montážní desky je nakonec přezkoušena kontrolním kroužkem a kontrolní klikou.

Po otestování je vnější montážní deska vložena do přípravku a je sešroubována s elektronikou dvěma šrouby. Následuje sešroubování s montážní deskou se čtyřmi maticemi zajištěnými gumovým kroužkem proti jejich vypadnutí. Kompletní montážní celek je vložen do boxu a odnesen do zásobníku Z4.



Obr. 16: Pracoviště montáž 1 a montáž 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)

6. Testování funkčnosti

Na pracovišti P5/1 a P5/2 probíhá testování funkčnosti produktu. Pracoviště je vybaveno testovacím zařízením, do kterého je produkt vložen pracovníkem po vyjmutí z boxu ze zásobníku Z5. Po ukončení testovacího procesu je produkt vložen zpět do boxu a přenesen na pracoviště balení.

Při vykázání chyby testovacím zařízením je pro ověření funkčnosti využito náhradní testovací zařízení na pracovišti P5/2, kde je opět spuštěn testovací proces. V případě, že i na tomto pracovišti je produkt vyhodnocen jako vadný, pracovnice musí zjistit, jaká část produktu je vadná a musí ji opravit či vyměnit.

7. Balení

Po načtení zakázky na pracovišti balení jsou z tiskárny vytištěny etikety a na regálu pick by light (Z7) se rozsvítí světla u příslušenství, které k produktu náleží. Z úložiště Z6 je vychystána krabice. Nejdříve je na vnitřní kování nalepena etiketa, je provedena kontrola kliky a její očištění. Následně je vnitřní kování umístěno do krabice

a stejný postup je zopakován pro kování vnější. Dále je z regálu pick by light do krabice vloženo příslušenství, baterie, vrtací šablona, návod instalace a návod výměny baterie. Nakonec je krabice uzavřena, označena etiketou a společně s košílkou zakázky umístěna na úložiště Z8.

3.2.5 Layout linky

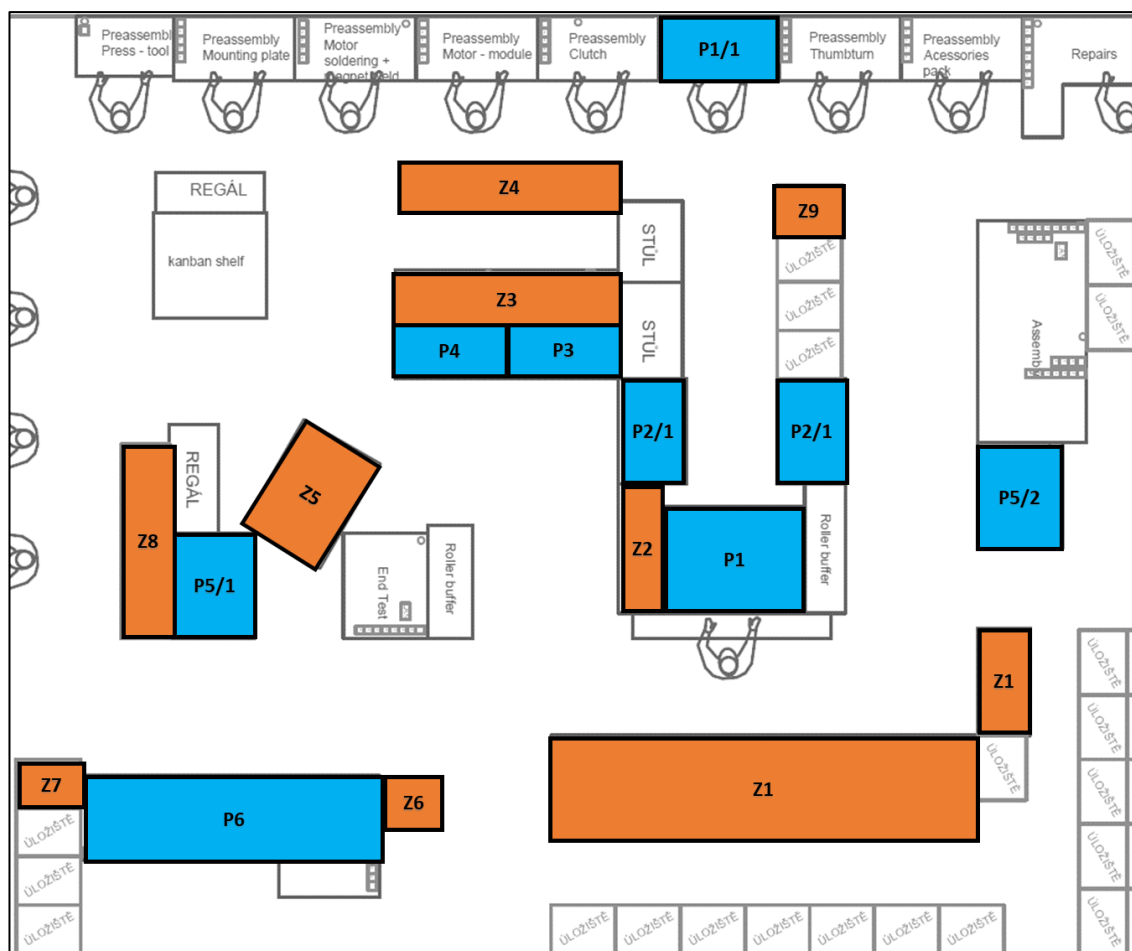
V následujících tabulkách jsou stručně popsána jednotlivá pracoviště, regály a úložiště dle jejich označení v přiloženém layoutu (Příloha č. 2).

Tabulka 3: Soupis pracovišť linky montáže E100 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Pracoviště	
P1	Laserování loga zákazníka v laserovacím zařízení
P1/1	Montáž přetěžovací spojky ke štítu (pouze pro Premium)
P2/1	Programování softwaru vnitřní a vnější elektroniky
P2/2	Programování softwaru vnitřní a vnější elektroniky (alternativní pracoviště)
P3	Montáž vnitřní části produktu
P4	Montáž vnější části produktu
P5/1	Testování funkčnosti v testovacím zařízení
P5/2	Testování funkčnosti v testovacím zařízení (alternativní pracoviště)
P6	Balení produktu

Tabulka 4: Soupis regálů na lince montáže E100 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Regály a úložiště	
Z1	Kanban regál Pick-by-light s díly pro montáž E100
Z2	Rolovací zásobník (rozpracovaná výroba) – kapacita 16 ks
Z3	Regál s díly pro montáž vnitřní a vnější části produktu
Z4	Regál s díly pro montáž vnější části (pouze pro Premium)
Z5	Rolovací zásobník (rozpracovaná výroba) – kapacita 27 ks
Z6	Úložiště pro obalový materiál
Z7	Regál Pick-by-light pro příslušenství
Z8	Úložiště hotových výrobků – kapacita 180 ks
Z9	Úložiště dílů



Obr. 17: Layout linky montáže Aperio E100 (Zdroj: Vlastní zpracování)

3.3 Procesní analýza

Za účelem popisu a posouzení současného materiálového toku a organizace práce byla vybrána metoda procesní analýzy. Pro analýzu byly zvoleny tři nejprodávanější typy produktu, jejichž součet prodejů za rok tvoří celkem 91,7 % celkových prodejů produktu E100. Jedná se o typy DIN, Skandinávie a Premium, které se drobně liší v technické specifikaci, v technologickém postupu a v času montáže.

Procesní analýza byla zpracována na základě dat získaných z vlastního pozorování a z pořízeného videozáznamu. Sběr dat proběhl za plného provozu ve standardních podmínkách, kdy byly pracovní operace prováděny třemi zkušenými pracovníci, a denní výstup odpovídal průměrné hodnotě denního výstupu za rok.

Pro zajištění přehlednosti analýz byly jednotlivé pracovní úkony shrnuty pod názvy hlavních technologických operací. Byla zaznamenána doba trvání jednotlivých operací a byly změřeny vzdálenosti, které materiál mezi jednotlivými pracovišti a regály překonal. Doba trvání transportu, tedy veškeré přenášení či převážení materiálu mezi pracovišti a zásobníky, byla zahrnuta do doby trvání pracovní operace.

Skupiny činností budou rozděleny na ty, které přidávají hodnotu, a na ty, které hodnotu nepřidávají. Takové činnosti jsou hodnoceny jako plýtvání a je cílem je minimalizovat, či zcela eliminovat.

3.3.1 Procesní analýza DIN

Jako první byl procesní analýze podroben typ produktu DIN. Kompletní zpracování analýzy je přiloženo jako příloha č. 3.

Tabulka 5: Shrnutí výsledků procesní analýzy DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kategorie		Četnost	Vzdálenost (m)	Doba trvání (h:min:s)
Operace	○	7	X	0:09:04
Transport	⇒	11	21,8	X
Skladování	▽	3	X	1:38:02
Čekání	D	1	X	0:27:36
Celkem		22	21,8	2:14:43

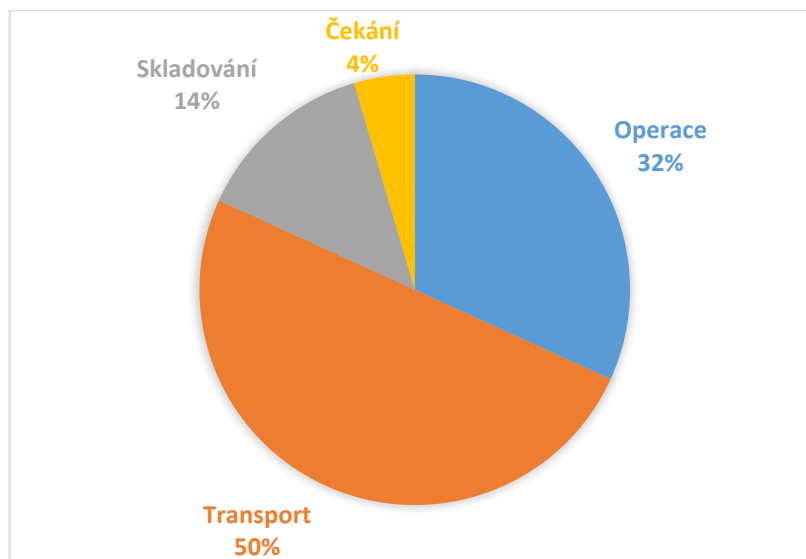
Pro programování elektroniky může pracovník využít pracoviště P2/1 nebo alternativní pracoviště P2/2. Pracoviště P2/2 je využíváno v případě naplnění kapacity P2/1, tedy ve vysoké míře. Za dobu pozorování, které trvalo 30 minut, bylo celkem na pracovišti programování vyhotoveno 9 ks, z toho bylo dvakrát použito alternativní pracoviště, tedy ve 22,22 % případů. Vyčíslení vzdálenosti, kterou musí materiál urazit na pracoviště P2/2, bylo upraveno dle této procentuální hodnoty. Při pozorování byl zaznamenán jeden veliký nedostatek, a to čekání stanice programování na obsluhu. Pracovnice, která pracoviště P2/1 i P2/2 obsluhuje, má na starosti zároveň montáž vnitřní části produktu na pracovišti P3. Při provádění montáže je k pracovišti programování otočena zády, nemá tedy vizuální kontakt s monitorem, kde je zeleným světlem signalizováno ukončení programovacího procesu.

Další variabilita nastává na pracovišti testování s označením P5/1. V případě, že testovací zařízení na pracovišti P5/1 vykáže negativní výsledek, je kus přenesen a opakovaně otestován na zařízení na pracovišti P5/2. Za dobu třicetiminutového pozorování bylo celkem otestováno 15 ks produktu a z toho byly 3 kusy opakovaně testovány na P5/2. Vzdálenost zaznamenaná v tabulce procesní analýzy byla vyčíslena s přihlédnutím k opakovanému testování ve 20 % případů.

Čas skladování vždy závisí na aktuálním počtu skladovaných kusů na daném úložišti. Pro vyčíslení v rámci analýzy byl čas skladování vypočítán jako násobek aktuálního počtu kusů v regálu a času následující operace. Protože regál Z2 mezi pracovištěm laserování a programování kapacitně neodpovídá potřebám výroby, umísťují pracovnice vedle tohoto regálu vozík, kam skládají boxy s produkty čekajícími na programování. Toto skladování mimo vyhrazenou plochu bylo vyhodnoceno jako čekání.

Celkový čas od započetí vychystávání materiálu na prvním pracovišti až po ukončení poslední operace byl 2 hodiny, 14 minut a 43 vteřin. Z tohoto celkového času probíhaly operace pouze 9 minut a 4 vteřiny. Dále trvalo 1:38:02 skladování a 0:27:36 čekání. Vzdálenost, kterou materiál urazil, byla celkem 21,8 m.

Vyhodnocení četností jednotlivých kategorií je graficky vyobrazeno na grafu č. 1 níže. Z celkového počtu 22 úkonů připadá pouze 7 na operace, které přidávají hodnotu pro zákazníka. Transport v průběhu celého procesu činí 50 %, skladování 14 % a čekání 4 %. Všechny tyto činnosti představují plýtvání a po dobu jejich trvání není produktu přidávána hodnota.



Graf 1: Podíl kategorií v procesu montáže typu DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)

3.3.2 Procesní analýza montáž E100 Skandinávie

Jako druhý byl procesní analýze podroben typ produktu s názvem Skandinávie (Scand). Složení činností procesu i materiálový tok je shodný jako u typu E100 DIN. Pro výpočty byly použity shodné postupy jako pro předcházející analyzovaný typ produktu.

Tabulka 6: Shrnutí výsledků proc. analýzy Skandinávie (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kategorie		Četnost	Vzdálenost (m)	Doba trvání (h:min:s)
Operace	○	7	X	0:10:33
Transport	⇒	11	21,8	X
Skladování	▽	3	X	1:38:02
Čekání	⊐	1	X	0:27:36
Celkem		22	21,8	2:16:11

Celkový čas procesu od první po poslední pracoviště byl 2 hodiny, 16 minut a 11 vteřin. Četnost jednotlivých kategorií je totožná jako u typu DIN popsána na grafu č. 1 výše. Kompletní zpracování analýzy je přiloženo jako příloha 4.

3.3.3 Procesní analýza Premium

Produkt E100 Premium je konstrukčně nejsložitější. Z hlediska času operací trvá proto nejdelší dobu ze všech třech analyzovaných typů. Největším rozdílem je montáž přetěžovací spojky Premium k vnějšímu štítu, která je prováděna na pracovišti P1/1 po procesu laserování ještě před umístěním boxu do regálu Z2. Kompletní zpracování procesní analýzy je k nahlédnutí v příloze č. 5.

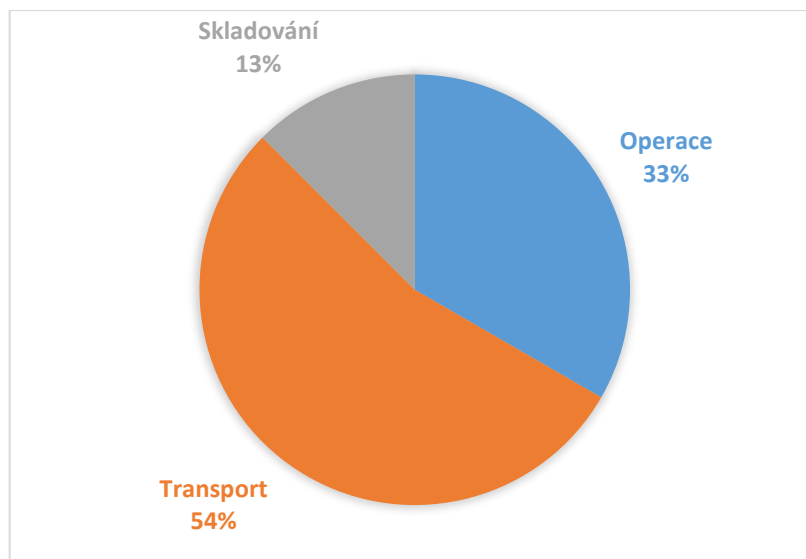
Značným rozdílem mezi typy Premium, DIN a Skandinávie je aktuální zásoba v regálech, díky které je celková doba trvání vyhotovení typu Premium od začátku do konce procesu mnohonásobně kratší. Z tohoto důvodu nelze celkový čas trvání používat jako hlavní měřítko pro demonstraci rozdílnosti v procesech.

Tabulka 7: Shrnutí výsledků procesní analýzy Premium (Vlastní zpracování)

Kategorie		Četnost	Vzdálenost (m)	Doba trvání (h:min:s)
Operace	○	8	X	0:13:27
Transport	⇒	13	48,1	X
Skladování	▽	3	X	0:25:28
Celkem		24	48,1	0:38:55

Díky nižší zásobě v regálech je doba skladování mnohonásobně nižší, než u předcházejících typů DIN a Scand. Také se v tabulce neobjevuje kategorie čekání, která díky nízké zásobě v regálu Z2 v procesu typu Premium nebyla vůbec zastoupena.

Nejužším místem procesu je transport na pracoviště P1/1, kde je montována přetěžovací spojka charakteristická pro tento typ produktu. Díky vzdálenosti tohoto pracoviště od pracoviště P1 je celková vzdálenost, kterou materiál za celý proces překonal, více než dvojnásobná.



Graf 2: Podíl kategorií v procesu montáže typu Premium (Zdroj: Vlastní zpracování)

3.4 Spaghetti diagram

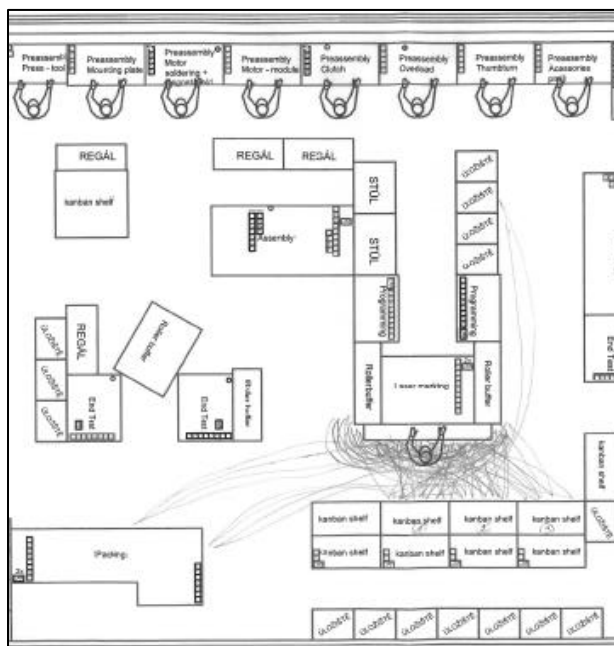
Jako druhá analytická metoda byl pro svou vypovídající schopnost zvolen Spaghetti diagram. Jedná se o vizuální zmapování pohybů pracovníka v daném časovém intervalu, což umožňuje odhalení plýtvání pohybů pracovníka. Díky vyhodnocení kritických tras a hlavních nedostatků prostorového uspořádání pracovišť je ideálním podkladem pro návrh jejich nového uspořádání.

Prostřednictvím pozorování v třicetiminutových intervalech byl v reálném čase zaznamenáván pohyb pracovníků do předpřipraveného layoutu. Spaghetti diagramy zpracované zvlášť pro pracovníky na čtyřech pracovních pozicích na lince montáže E100 jsou součástí příloh práce. Měření odpovídá montáži produktu E100 DIN.

3.4.1 Diagram 1

Diagram 1 byl zpracován pro pracovníci obsluhující pracoviště laserování, kde byly jako kritické vyhodnoceny celkem tři trasy. První z nich je trasa vedoucí na úložiště komponent Z9. Na tomto úložišti jsou skladovány vnější štíty, které jsou nezbytné pro kompletaci každé zakázky. Primárně jsou tyto štíty skladovány v zásobníku Z1, který ale nemá pro tuto položku vyhrazený dostatečný prostor.

Druhým úzkým místem je odnášení prázdných boxů na úložiště Z6, protože na pracovišti P1 na ně není vyhrazen žádný prostor. Poslední dlouhou trasou byla cesta na pracoviště P6 za účelem vypůjčení psacích potřeb.



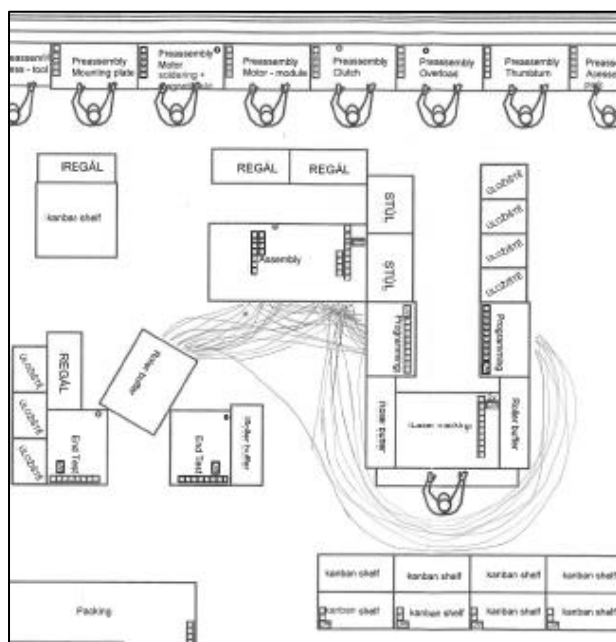
Obr. 18: Spaghetti diagram 1 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka 8: Vyhodnocení Spaghetti diagramu 1 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Trasa	Četnost	Vzdálenost (kroky)	Vzdálenost (m)
Z1/1 - P1	18,0	1,00	13,50
Z1/2 - P1	19,0	1,50	21,38
Z1/2 - Z9	1,0	7,00	5,25
Z1/3 - P1	12,0	2,00	18,00
Z1/1 - Z2	1,0	2,50	1,88
Z1/1 - Z6	2,0	5,00	7,50
P1 - Z2	18,0	2,00	27,00
P1 - Z9	1,0	8,00	6,00
P1 - Z6	2,0	6,00	9,00
P1 - P6	4,0	7,00	21,00
Celkem		42,00	130,50

3.4.2 Diagram 2

Jako druhý byl zpracován Spaghetti diagram pro pracovníci na pracovišti programování a montáže. Jako nejkritičtější byla ohodnocena trasa vedoucí na alternativní pracoviště programování P2/2. Za 30 minut pozorování byla z celkové vzdálenosti 151,5 metrů více než polovina věnována chůzi na toto pracoviště.



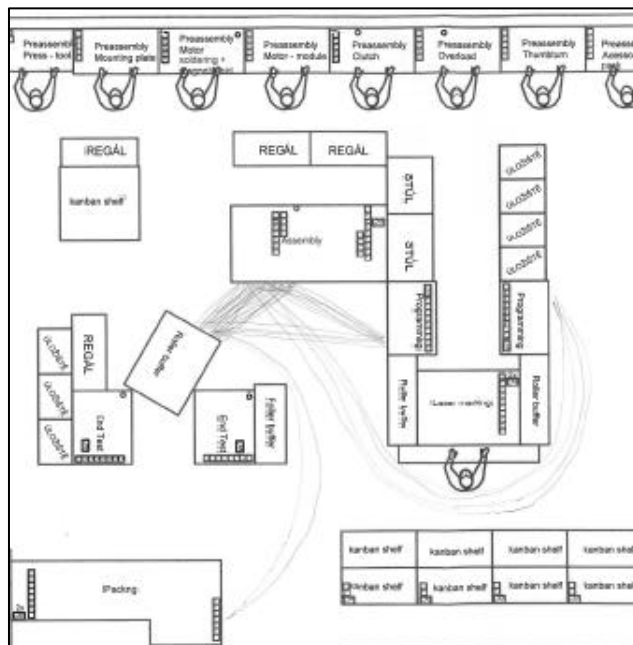
Obr. 19: Spaghetti diagram 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka 9: Vyhodnocení Spaghetti diagramu 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Trasa	Četnost	Vzdálenost (kroky)	Vzdálenost (m)
P2/1 - P2/2	1,00	12,00	9,00
P2/1 - P3	15,00	1,00	11,25
P2/1 - P4	1,00	4,00	3,00
P2/1 - Z5	3,00	3,00	6,75
P3 - P4	9,00	4,00	27,00
P3 - Z5	5,00	4,00	15,00
P3 - P2/2	6,00	13,00	58,50
P4 - Z5	10,00	1,50	11,25
Z5 - P2/2	1,00	13,00	9,75
Celkem		55,50	151,50

3.4.3 Diagram 3

Jako třetí byl zpracován diagram pro pracovníci na pozici montáže 2, která v daný časový interval obsluhovala i pracoviště programování. Hlavním nedostatkem bylo opět odnášení prázdných boxů na úložiště Z6 a chůze na pracoviště programování P2/2. Tato trasa byla realizována celkem 4x a představovala tak čtvrtinu celkové vzdálenosti, kterou pracovnice během 30 minut pozorování ušla.



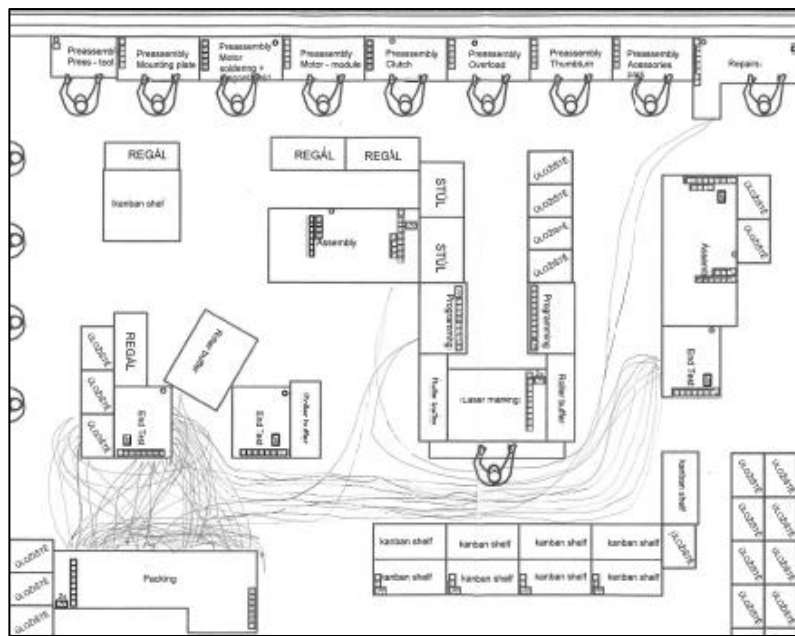
Obr. 20: Spaghetti diagram 3 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka 10: Vyhodnocení Spaghetti diagramu 3 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Trasa	Četnost	Vzdálenost (kroky)	Vzdálenost (m)
P4 - P2/1	8,00	4,00	24,00
P4 - P2/2	4,00	13,00	39,00
P4 - Z5	22,00	1,50	24,75
Z5 - P2/1	4,00	13,00	39,00
Z5 - Z6	2,00	9,00	13,50
Celkem		40,50	140,25

3.4.4 Diagram 4

Čtvrtý diagram byl zpracován pro pracovníci obsluhující pracoviště testování a balení. Za celou dobu pozorování překonala nejdelší vzdálenost, a to celkem 245,25 metrů. Téměř 40 % této celkové vzdálenosti bylo způsobeno chůzí k druhému testovacímu zařízení na pracovišti P5/2.



Obr. 21: Spaghetti diagram 4 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka 11: Vyhodnocení Spaghetti diagramu 4 (Zdroj: Vlastní zpracování)

Trasa	Četnost	Vzdálenost (kroky)	Vzdálenost (m)
P5/1 - Z5	1,00	1,00	0,75
P5/1 - Z6	9,00	3,00	20,25
P5/1 - P6	12,00	2,50	22,50
P5/1 - Z7	9,00	3,00	20,25
P5/1 - P5/2	8,00	13,00	78,00
P5/1-Opravy	2,00	17,00	25,50
P5/1 - Z8	2,00	5,00	7,50
P6 - Z7	4,00	1,00	3,00
P6 - Z8	8,00	3,00	18,00
P6 - Z6	12,00	2,00	18,00
P6 - P2/1	1,00	8,00	6,00
P6 - P3	1,00	9,00	6,75
P3 - P5/2	1,00	13,00	9,75
P2/1 - P5/2	1,00	12,00	9,00
Celkem		92,50	245,25

Při uvažování čistého časového fondu pracovní doby 7h 25min a rychlosti chůze pracovníce 5 km/h je možné konstatovat, že pracovníce za celou pracovní dobu ušla 3,64 km. Celková doba trvání chůze byla 46,65 min, tedy 18,58 % pracovní doby.

3.5 Analýza vybalancování linky

Za účelem analýzy aktuálního vybalancování linky bylo provedeno měření spotřeby času dílčích pracovních operací pomocí kombinace přímého měření a videoanalýzy. Kompletní zpracování včetně všech naměřených časů pro produkt DIN je k dispozici jako příloha č. 10.

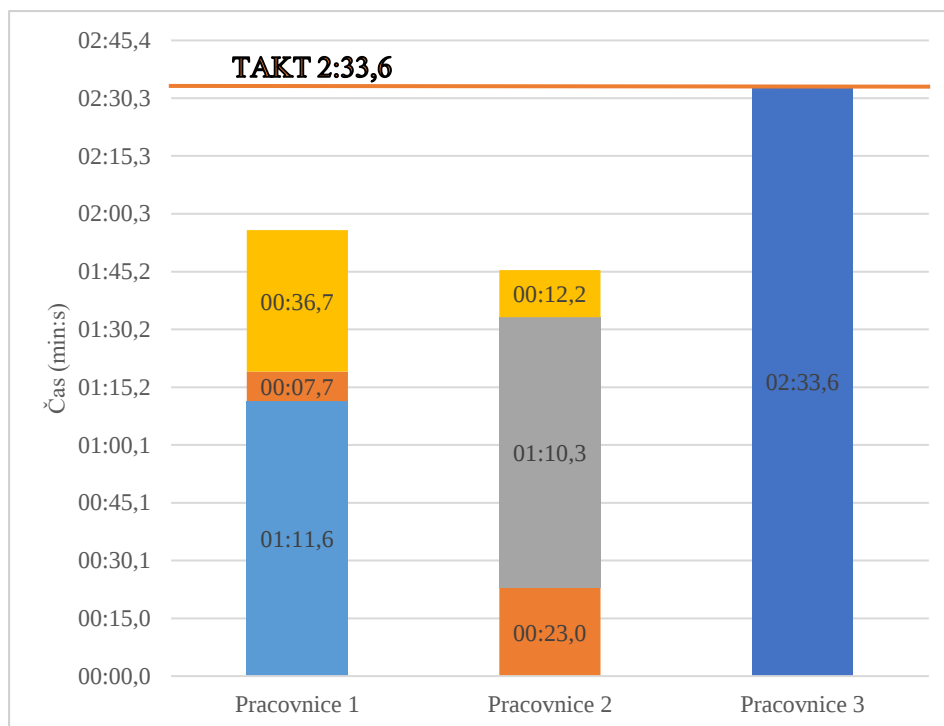
V následující tabulce je čistý čas trvání všech prováděných operací na produktu Aperio E100 rozdělen mezi pracovníce dle poměru, jak se na jednotlivých pracovních operacích průměrně podílí.

První pracovníce zastává kompletně operaci vychystávání, z jedné čtvrtiny obstarává programování a ze 75 % má na starosti operace na pracovišti montáž 2. Druhá pracovníce provádí zbylých 75 % programování a 25 % montáž 2. Třetí pracovníce je zodpovědná za testování a balení produktu.

Tabulka 12: Rozdělení operací mezi pracovníce (Zdroj: Vlastní zpracování)

	Celkem (min:s)	Pracovnice 1 (min:s)	Pracovnice 2 (min:s)	Pracovnice 3 (min:s)
Vychystání	01:11,6	01:11,6		
Programování	00:30,7	00:07,7	00:23,0	
Montáž 1	01:10,3		01:10,3	
Montáž 2	00:49,0	00:36,7	00:12,2	
Test + Balení	02:33,6			02:33,6
Celkem	06:15,1	01:56,0	01:45,6	02:33,6

Na základě tabulky č. 12 byl zpracován graf č. 3 níže. Jednotlivé sloupce v tomto grafu reprezentují pracovníce a barevné rozdělení sloupců představuje čas, po který daná pracovníce provádí konkrétní operace. Takt linky je dán nejdelší operací. Touto operací je testování a balení, které dohromady trvá 2 minuty a 33,6 sekund.



Graf 3: Aktuální balancování linky (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na první pohled je zřejmé, že v rozložení operací mezi jednotlivé pracovníce existuje časový nesoulad. Úzkým místem linky s nejdelším taktem je pracoviště testování a balení. Toto pracoviště zpomaluje chod celé linky.

Tabulka 13: Výpočet balančního indexu linky (Zdroj: Vlastní zpracování)

Čistý čas trvání celkem (min:s)	06:15,1
Počet pracovníků	3
Takt linky (min:s)	02:33,6
Balanční index (BI)	81,43 %

Dle výpočtu balančního indexu je linka vybalancována na 81,43 %. Zbýlých 18,57 % představuje ztrátu způsobenou nedokonalým rozdělením práce.

3.6 Shrnutí analýz současného stavu

V této kapitole jsou přehledně shrnuty veškeré odhalené nedostatky a další postřehy získané při provádění dílčích analýz. Zjištěné plýtvání je dle typu rozčleněno v tabulce č. 14.

Tabulka 14: Mapa plýtvání (Zdroj: Vlastní zpracování)

Nadvýroba	• Laserování kusů předem na další den (P1)
Nadbytečná práce	• Ruční montáž přetěžovací spojky do typu Premium (přípravek je dlouhodobě rozbitý) (P1/1) • Nefunkční pick-by-light – vychystávání dle zkušenosti (Z1)
Čekání	• Nedostatečná kapacita Z1, Z2 • Čekání stanice programování na obsluhu (P2/1, P2/2) • Nedostatek materiálu v regálech (úroveň zásob není sledována)
Doprava	• Tok materiálu na vzdálená pracoviště (P1/1, P2/2, P5/2) • Vzdálenost zásobníků od pracovišť • Tok prázdných obalů
Opravování	• Rozdílné výsledky testování na 2 testerech • Zjišťování závad a jejich opravy pracovníci po testování
Zbytečný pohyb	• Vzdálenost k programovacímu zařízení (P2/2) • Vzdálenost k testovacímu zařízení (P2/1) • Vzdálenost k pracovišti montáže přetěž. spojky Premium (P1/1)
Zásoby	• Vysoké zásoby rozpracované výroby (Z2, Z5)

Velikým nedostatkem, který má v důsledku velmi negativní vliv na organizaci práce, je nedodržování stanovených přestávek a různý začátek a konec pracovní doby jednotlivých zaměstnanců.

Dalším úzkým místem je volně stanovené pořadí zakázek v rámci jednoho pracovního týdne. Pracovnice zakázky zpracovávají dle vlastního uvážení, a tedy není zajištěno efektivní využití času například laserováním více kusů najednou či vychystáním dílů pro více zakázek současně v rámci jedné cesty k zásobníku komponent. Rozdělení práce mezi pracovnice probíhá dle jejich aktuálního vytížení na jednotlivých pracovištích.

V následující kapitole budou představeny návrhy vedoucí k minimalizaci nebo odstranění výše zmíněných úzkých míst.

4 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

V následující kapitole budou představeny návrhy řešení, jejichž cílem je zdokonalení rozdělení práce mezi pracovníky, optimalizace prostorového uspořádání linky a odstranění plýtvání v oblasti manipulace, zbytečných pohybů a zásob. Těmito změnami bude dosaženo vyššího maximálního denního výstupu linky a snížení pracovní náročnosti pro jednotlivé pracovníky.

Prvním námětem bude nový layout linky, na který bude navazovat návrh vybalancování, jehož účelem bude snížení ztrát a optimalizace rozdělení práce.

4.1 Návrh nového layoutu

Většina zjištěných nedostatků, jako jsou vysoké zásoby rozpracované výroby, vzdálenosti mezi jednotlivými montážními pracovišti a skladovacími zařízeními, nebo dlouhý materiálový tok, bude odstraněna díky novému rozmístění veškerého zařízení. Také vzdálenost, kterou musí pracovníci za směnu překonat, se díky novému rozmístění rapidně zkrátí a dojde tak ke zlepšení pracovních podmínek pro zaměstnance.

4.1.1 Uplatněné principy

V novém rozmístění pracovišť je aplikován tok jednoho kusu. Zavedení tohoto principu umožní lepší synchronizaci procesů a snížení zásob rozpracované výroby. Dále jsou v návrzích pracoviště montáže zmenšena o 25 % a pracoviště balení na třetinovou velikost. Tyto úpravy jsou výsledkem měření pracovišť z hlediska nezbytně potřebného prostoru pro práci a nevyužitého prostoru.

Další provedenou změnou, která byla projednána s technologií, je zakomponování montáže přetěžovací spojky pro typ produktu Premium do procesu předmontáže, což umožní úplné vyčlenění pracoviště P1/1 z linky montáže produktu Aperio E100.

Z výsledků analýzy špagetových diagramů (viz kap. 3.4) bylo evidentní nevhodné rozmístění alternativních pracovišť programování elektroniky produktu a jeho testování. V návrzích jsou alternativní pracoviště umístěna vždy v těsné návaznosti.

Další redukce proběhne v oblasti skladovacích prostor. Zásobník Z9 slouží pouze jako náhradní úložiště pro položku, na kterou není v zásobníku Z1 vyhraněný dostatečný

prostor. Dále zásobník Z7 na pracovišti balení slouží k vychystání příslušenství produktu, které může být vychystáno již ze zásobníku Z1, který má dostatečnou kapacitu. Stejný případ nastává i u zásobníku Z4, ze kterého pracovnice vychystává šrouby během montáže produktu Premium. Tento komponent je také možné vychystávat již při první operaci ze zásobníku Z1. Zásobník Z9 a Z7 je možné zcela eliminovat.

Jedním z hlavních problémů, odhalených díky provedeným procesním analýzám (viz kap. 3.3), jsou vysoké zásoby rozpracované výroby v lince. Jedná se konkrétně o zásobník mezi pracovišti laserování a programování (Z2), a zásobník mezi pracovišti montáže a testování (Z5). Tyto zásobníky budou zcela odstraněny a budou nahrazeny odkládacím prostorem či malým regálem na 3 kusy výrobku na pomezí daných pracovišť. Tato kapacita bude dostatečná pro vyrovnaní časového nesouladu mezi dobou trvání operací na jednotlivých pracovištích.

4.1.2 Varianta A

Varianta A je prvním návrhem při tvorbě layoutu linky. Tento návrh respektuje všechna omezení a principy stanovené v přechozí kapitole. Kanban zásobník Z1 u pracoviště laserování byl rozdělen na dvě poloviny. Takto může být zásobník umístěn blíže k pracovišti, což zajistí rychlejší vychystávání dílů před první operací. V pravé polovině regálu budou umístěny nízkoobrátkové díly pro typy produktu Austrálie a V2.

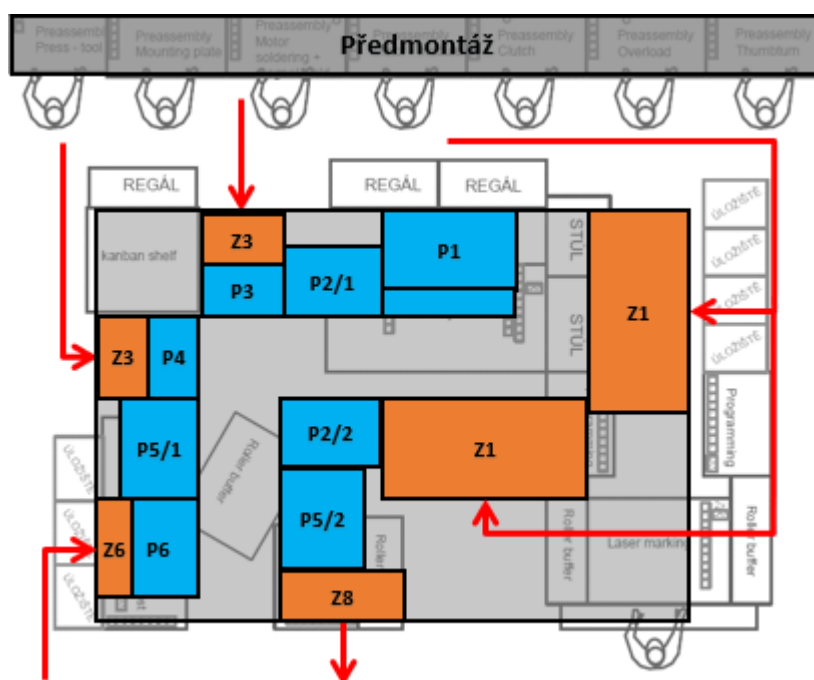


Obr. 22: Návrh layoutu-varianta A (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka 15: Parametry varianty A (Zdroj: Vlastní zpracování)

	Variant A
Délka materiálového toku (m)	6,9
Plocha linky (m ²)	39,3
Plocha skladovacích prostor (m ²)	10
Zásoby rozpracované výroby (ks)	6

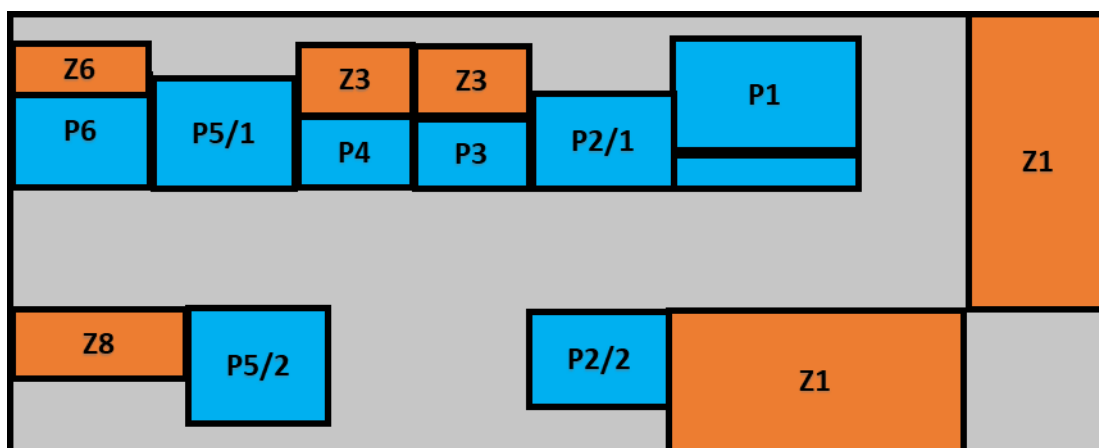
Zásoby rozpracované výroby jsou počítány při plném naplnění odkládacích prostor na pomezí pracovišť Laserování – Programování a Montáž 2 – Testování. Dalším kritériem, které je u každé varianty hodnoceno, je prostorový soulad s pracovišti předmontáže, které lince montáže E100 předchází a celkové začlenění návrhu do vymezeného prostoru. Na obrázku níže jsou zobrazeny materiálové toky z předmontáže do zásobníků na lince montáže E100, tok materiálu ze skladu do zásobníku Z6 i tok hotových výrobků z úložiště Z8.



Obr. 23: Toky dílů a hotových výrobků (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.1.3 Varianta B

Varianta B byla vytvořena do tvaru přímého toku. Stejně jako u varianty A byl i zde zásobník Z1 rozdělen na dvě části a alternativní pracoviště programování a testování byla umístěna ve vzájemné blízkosti.

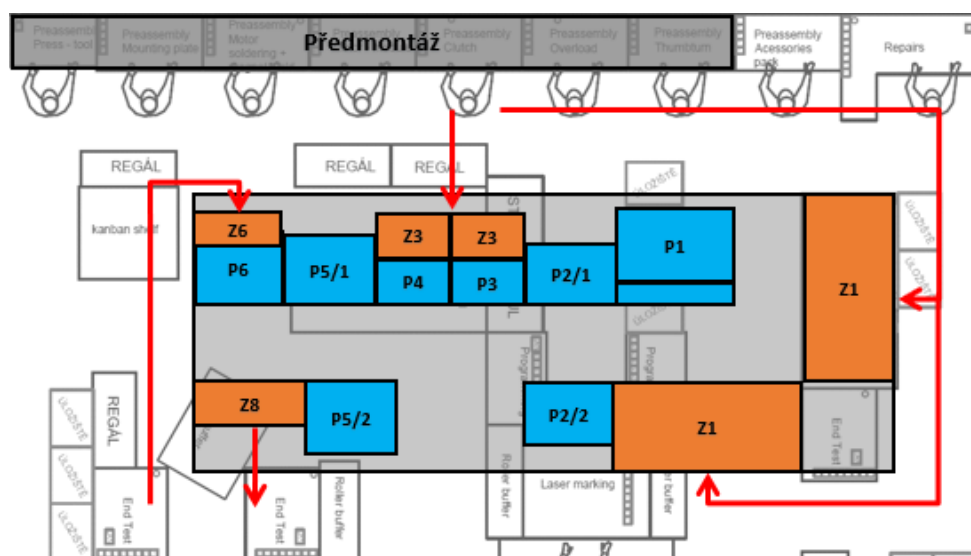


Obr. 24: Návrh layoutu-varianta B (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka 16: Parametry varianty B (Zdroj: Vlastní zpracování)

	Varianta B
Délka materiálového toku (m)	6,7
Plocha linky (m ²)	45,2
Plocha skladovacích prostor (m ²)	10
Zásoby rozpracované výroby (ks)	6

Začlenění varianty B do vyčleněného prostoru na linku Aperio E100 by vyžadovalo mírné prostorové úpravy okolních zařízení. Jednalo by se například o přesunutí regálu blokujícího přístup k zásobníku Z3. Na obrázku níže je zobrazen materiálový tok dílů z předmontáže do zásobníků Z1 a Z3 na lince. Dále je červenou šipkou zobrazen tok dílů ze skladu do zásobníku Z6 a tok hotových dílů z úložiště Z8.



Obr. 25: Toky dílů a hotových výrobků (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.1.4 Hodnocení variant

Navržené layouty budou bodově hodnoceny dle stanovených kritérií, kterými je délka materiálového toku, plocha linky, plocha skladovacích prostor, zásoby rozpracované výroby a prostorový soulad s ostatními pracovišti včetně zohlednění návaznosti materiálových toků z předmontáže a skladu. Pro hodnocení bude použita bodová škála 1 – 4. Nakonec bude vybrána varianta s nejvyšším počtem bodů, na kterou bude v navazující části práce navrženo balancování.

Tabulka 17: Bodové hodnocení variant layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

	Varianta A	Varianta B
Délka materiálového toku	4	4
Plocha linky	4	3
Plocha skladovacích prostor	4	4
Zásoby rozpracované výroby	3	3
Prostorový soulad	4	1
Celkem bodů	19	15

Přestože hodnoty několika hodnocených ukazatelů byly u obou variant téměř totožné, u posledního kritéria vznikl výrazný bodový rozdíl. Díky vyššímu skóre tedy bude pro realizaci zvolena varianta A.

Velikým přínosem plynoucím z provedených změn je snížení pracnosti na 1 kus výrobku celkem o 19,3 sekund, tj. 5,15 %. Tato časová úspora je výsledkem zavedení toku jednoho kusu, eliminace zbytečné manipulace s boxy a zkrácení vzdáleností mezi pracovišti a skladovacími zařízeními. Další úspora plyne ze zmenšení plochy linky.

Tabulka 18: Vyhodnocení přínosu nového layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

	Aktuální	Návrh	Úspora
Doba trvání montáže 1 kusu (min:s)	06:15,1	05:55,8	00:19,3
Délka materiálového toku (m)	21,8	6,9	14,9
Plocha linky (m²)	140,9	39,3	101,6
Plocha skladovacích prostor (m²)	16,8	10	6,8
Zásoby rozpracované výroby (ks)	43	6	37

4.2 Návrh balancování linky

Z výsledků analýzy současného balancování linky (viz kap. 3.5) bylo jako úzké místo vyhodnoceno pracoviště testování a balení. Díky optimalizaci rozdělení práce mezi jednotlivé pracovníky bude možné toto úzké místo odstranit a snížit tak ztráty plynoucí z čekání pracovníků na ostatních pozicích.

4.2.1 Nové rozdělení pracovních činností

V souladu s novým layoutem veškerého pracovního a skladovacího zařízení na lince montáže Aperio E100 byly definovány pracovní operace, které mohou být v posloupnosti pracovních operací přesunuty na jiné pozice. Prostřednictvím přesunutí operací z pracoviště testování a balení na pracoviště, kde je budou vykonávat jiné pracovníce, může být takt jednotlivých pracovišť téměř vyrovnaný. Všechny navržené změny byly diskutovány s technologií a je možné je zavést, aniž by byl porušen technologický postup.

Na následující straně je zobrazen pracovní postup montáže Aperio E100 pro produkt DIN po provedených změnách. Činnosti, které byly přesunuty či jinak pozměněny jsou zvýrazněny červeně.

Tabulka 19: Nová spotřeba času montáže E100 DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)

Číslo	Činnost	Čas (min:s)
1.1	Vychystání komponent ze Z1 do boxu na P1	00:14,4
1.2	Vychystání příslušenství z regálu Z1 na P1	00:14,0
1.3	Načtení zakázky na pracovišti P1	00:03,3
1.4	Kontrola načtení a zadání množství kusů do PC	00:05,3
1.5	Tisk etiket k zakázce	00:03,6
1.6	Vložení etiket do boxu	00:01,7
1.7	Vložení kusu do laseru a spuštění laseru	00:05,2
1.8	Laserování loga zákazníka	00:24,7
1.9	Očištění kusu po laserování	00:04,8
1.10	Vyjmutí z laseru, manipulace boxu na P2/1	00:08,6
2.1	Přesun boxu na pracoviště P2/1	00:03,3
2.2	Vyjmutí a označení předcházejícího kusu	00:10,3
2.3	Vložení elektroniky do programovacího zařízení a spuštění	00:13,7
2.4	Přemístění nahané přepravy na P3	00:03,3
3.1	Vložení vnitřního víka do silonového přípravku	00:07,0
3.2	Příprava a namazání spojky	00:08,0
3.3	Vložení čepu do spojky, vložení elektroniky	00:04,0
3.4	Vložení krycího plechu	00:03,0
3.5	Montáž elektroniky a krycího plechu 4 šrouby	00:11,0
3.6	Otočení	00:02,0
3.7	Montáž druhé strany 4 šrouby	00:09,0
3.8	Zastrčení kabelů	00:02,0
3.9	Označení štítkem	00:04,0
3.10	Vložení kontrolního kroužku a test kliky	00:06,0
3.11	Odložení kliky do přepravy	00:04,0
4.1	Vložení elektroniky do přípravku	00:06,0
4.2	Vložení vnějšího štítu do přípravku	00:04,0
4.3	Montáž elektroniky a vnějšího štítu	00:12,0
4.4	Sešroubování vnější desky a elektroniky 2 šrouby	00:06,0
4.5	Montáž matice a zajištění gumovým kroužkem	00:03,0
4.6	Test kliky	00:04,0
4.7	Test I a II díl	00:03,0
4.8	Odložení kliky do přepravy a přesunutí na P5/1	00:02,0
5.1	Přesun dalšího kusu na pracoviště P5/1	00:04,3
5.2	Vložení kliky do testovacího zařízení	00:16,7
5.3	Spuštění testování	00:02,4
5.4	Vyjmutí přecházející otestované kliky	00:22,4
5.5	Přesun boxu na pracoviště balení P6	00:05,4
5.6	Vychystání kartonu z úložiště Z6 na P6	00:09,0
5.7	Klika vnitřní (očištění, etiketa)	00:15,4
5.8	Umístění kliky do kartonu	00:05,7
5.9	Klika vnější (očištění, etiketa)	00:25,7
5.10	Umístění kliky do kartonu	00:07,7
5.11	Vložení tiskovin a zabalení	00:14,7
5.12	Manipulace zabaleného produktu na úložiště Z8	00:06,3
5.13	Odložení prázdné přepravy	00:03,7
Čas trvání celkem		05:55,8

První změnou je činnost č. 1.2. Jedná se o vychystávání příslušenství z regálu Z1 na pracoviště laserování (P1). Původně bylo toto příslušenství umístěno v regálu Z7 na pracovišti balení. Jedná se o baterie či tiskoviny malých rozměrů, které mohou být na začátku linky vychystávány společně s ostatními díly do vychystaných boxů ze zásobníku Z1, kde je na toto příslušenství dostatek volného prostoru.

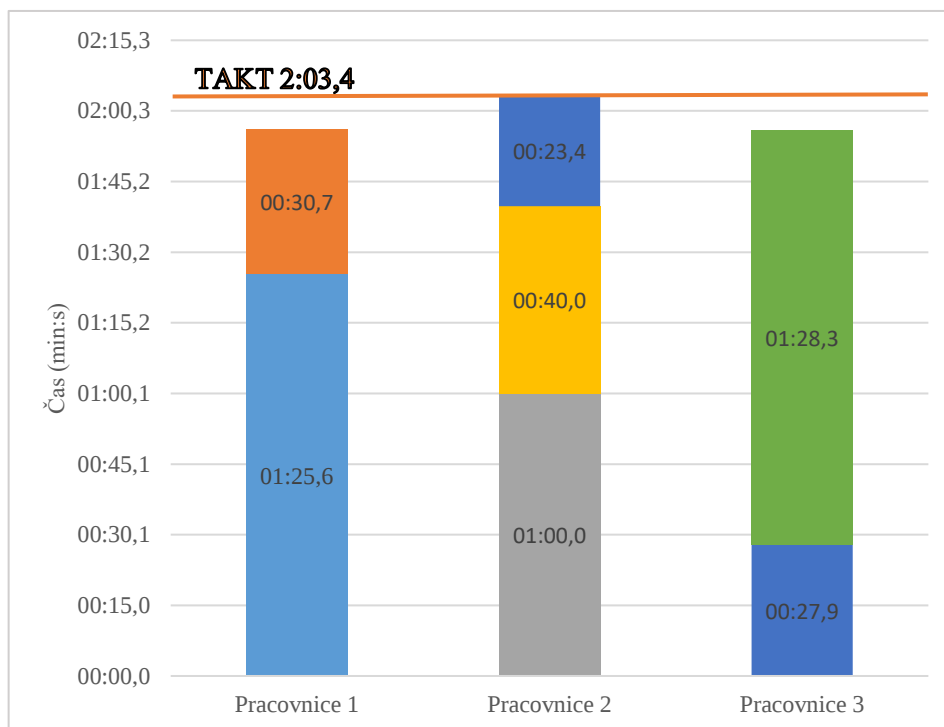
Největší provedená změna se týká činnosti 5.1, 5.2 a 5.3. Jedná se vychystání nového kusu kliky a jeho vložení do testovacího zařízení a spuštění testování na pracovišti P5/1. Tyto činnosti byly prováděny pracovníci, která zároveň zajišťuje i balení produktu. Dle nového rozpisu je bude provádět pracovníce obsluhující pracoviště montáže 1 a 2.

V následující tabulce je vyčísleno trvání jednotlivých operací po provedených změnách. Pracovní operace jsou rozděleny pro jednotlivé pracovníce, které je vykonávají. Přesunem činností z balení na pracoviště laserování došlo k prodloužení časové náročnosti první operace. Operace testování byla rozdělena mezi druhou a třetí pracovníci, čímž bylo dosaženo rapidního snížení časového rozdílu mezi pracovní náplní jednotlivých pracovníků.

Tabulka 20: Nové rozdělení operací mezi pracovníce (Zdroj: Vlastní zpracování)

	Celkem (min:s)	Pracovníce 1 (min:s)	Pracovníce 2 (min:s)	Pracovníce 3 (min:s)
Vychystání	01:25,6	01:25,6		
Programování	00:30,7	00:30,7		
Montáž 1	01:00,0		01:00,0	
Montáž 2	00:40,0		00:40,0	
Testování	00:51,3		00:23,4	00:27,9
Balení	01:28,3			01:28,3
Celkem	05:55,8	01:56,3	02:03,4	01:56,2

Graf č. 4 na následující straně reflektuje nové vybalancování pracovních operací dle tabulky č. 20. Jednotlivé operace jsou v grafu barevně vyjádřeny ve sloupcích podle toho, která pracovníce je vykonává. Přerozdělením a přesunutím dílčích činností bylo dosaženo taktu linky 02:03,4 minut. Tento takt je o 30,2 vteřin kratší než původní takt linky.



Graf 4: Nové balancování linky (Zdroj: Vlastní zpracování)

Díky provedeným změnám byl původní balanční index zvýšen na 96,11 %. Ztráty byly z původní výše 18,57 % sníženy na pouhých 3,89 %. Snížením ztrát dosáhneme lepšího využití pracovního času, a tak docílíme maximalizace denního výstupu při stejném obsazení linky třemi pracovníky.

Tabulka 21: Nový balanční index linky (Zdroj: Vlastní zpracování)

Čistý čas trvání celkem	05:55,8
Počet pracovníků	3
Takt linky	02:03,4
Balanční index (BI)	96,11 %

4.3 Ekonomické zhodnocení

Za účelem ekonomického zhodnocení je v první řadě nutné vyčíslit náklady, které je potřebné pro provedení navržených změn vynaložit. Tyto náklady budou následně porovnány s dosaženými úsporami.

Na nový layout linky bude využito stávající pracovní i skladovací vybavení, nebude tedy třeba vynakládat finanční prostředky na pořízení nového zařízení. Přestavba bude provedena pěti pracovníky oddělení údržby v průběhu dvou dnů celozávodní dovolené. Nedojde tedy k přerušení výrobního cyklu. Další náklady vzniknou na datové připojení, zajištění elektrického připojení, vedení vzduchu apod. Následně bude v průběhu jednoho pracovního týdne technologem změněna technická dokumentace související se změnami pracovních postupů a nakonec budou pracovníci v rámci jednodenního školení těmito postupům zaučeni. Náklady stanoveny na základě expertního odhadu jsou vyčísleny v následující tabulce.

Tabulka 22: Vnitropodnikové náklady na realizaci návrhů (Zdroj: Vlastní zpracování)

Přestavba linky	41 727 Kč
Technické instalace	240 000 Kč
Úpravy technické dokumentace	20 863 Kč
Školení pracovníků montáže	4 173 Kč
Náklady celkem	306 763 Kč

Ze zavedení navrhovaného layoutu plyne časová úspora 5,15 %. Dalšího snížení časových ztrát bylo dosaženo novým vybalancováním linky. Celkem tedy byly časové ztráty sníženy o 19,83 %. Snížení ztrát přinese finanční úsporu, která je dána výpočtem v následující tabulce. Úspora je vyčíslena dle hodinových mzdových nákladů firmy na zaměstnance. Dále je vypočtena úspora plynoucí ze zmenšení potřebné podlahové plochy pro linku.

Tabulka 23: Finanční přínosy návrhů (Zdroj: Vlastní zpracování)

Roční úspora mzdových nákladů	250 500 Kč
Roční úspora za podlahovou plochu	97 536 Kč
Celkové roční finanční přínosy	348 036 Kč

Při počátečních nákladech 306 763 Kč a ročních úsporách v celkové výši 348 036 Kč je doba návratnosti vynaložených nákladů přibližně 10,6 měsíců.

4.4 Předpokládané dopady

Hlavní přínos navržených změn spočívá v navýšení výrobní kapacity linky. Podnik si nepřeje zveřejňovat zisk z produktu. Z toho důvodu bude tento přínos vyčíslen z hlediska množství. Současný maximální denní výstup linky je 146 ks. Tento počet vychází z taktu linky a z dostupného denního časového fondu poníženého o 15% ztráty plynoucí z nejakosti a z osobních potřeb zaměstnanců. Při zavedení opatření dojde ke snížení taktu linky, a tak bude výrobní kapacita navýšena na 181 ks denně. Jedná se o 24% nárůst výkonnosti.

Mezi další přínosy patří snížení pracovní zátěže pracovníků plynoucí ze zavedení toku jednoho kusu. Dojde k eliminaci zbytečných pohybů v podobě manipulace s boxy a ke zkrácení vzdáleností pro chůzi v důsledku redukce plochy, na které se linka rozkládá. Díky reorganizaci pracovišť bude dosaženo i zkrácení materiálového toku a snížení zásob rozpracované výroby.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo vytvořit návrh nového uspořádání a vybalancování pracovišť ve vybrané části podniku ASSA ABLOY Czech & Slovakia s. r. o. za použití metod a nástrojů štihlé výroby. Dílčím cílem bylo identifikovat plýtvání a odhalit úzká místa prostřednictvím analýzy procesů, materiálových toků a zmapování pohybů pracovníků. Celkovým záměrem práce bylo nalezené nedostatky prostřednictvím navržených opatření odstranit a navýšit tak kapacitu linky a snížit zátěž zaměstnanců.

V teoretické části práce byly objasněny všechny potřebné teoretické podklady týkající se štihlé výroby, štihlé logistiky a materiálového a hodnotového toku. Dále byly popsány metody analýzy a měření práce, které byly následně využity v následující kapitole.

Jako první analytická metoda byla použita Procesní analýza, která pomohla vyčíslit délku materiálového toku ve vybrané oblasti montáže, zhodnotit úroveň zásob rozpracované výroby a dobu trvání jednotlivých operací. Dále umožnila rozčlenit jednotlivé procesy na činnosti, které přidávají hodnotu a činnosti, které hodnotu nepřidávají. Pro zmapování pohybů pracovníků na jednotlivých pozicích byly použity Spaghetti diagramy. Ty pomohly definovat nedostatky v rozmístění pracovního a skladovacího zařízení na lince. Nakonec bylo prostřednictvím analýzy vybalancování linky stanoveno jako úzké místo pracoviště s nejdelším taktem.

Prvním představeným návrhem v poslední části práce byl nový layout, ve kterém byla upravena jednotlivá pracoviště, byly odstraněny nadbytečné skladovací prostory a došlo k celkovému přeskupení veškerého zařízení. Výsledkem bylo snížení pracnosti produktu, zkrácení vzdáleností pro chůzi pracovníků, optimalizace materiálového toku, eliminace zbytečné manipulace s boxy a snížení zásob rozpracované výroby. Druhým návrhem bylo nové vybalancování linky v souladu s navrženým layoutem. Došlo k přerozdělení jednotlivých úkonů mezi pracovníci a ke změně pořadí operací v souladu s technologickým postupem. Dosaženým efektem bylo snížení taktu linky o 30,2 vteřin a celkové zvýšení výkonnosti linky o 24 %.

Na konci práce byly navržené změny zhodnoceny z ekonomického i mimoekonomického hlediska. Doba návratnosti vyčíslených investic by byla v případě zavedení změn pouhých 10,6 měsíců. Na základě dosažených

výsledků lze konstatovat, že stanovených cílů bylo dosaženo a zavedení návrhů by bylo pro podnik přínosné z mnoha hledisek.

Za účelem dalšího navyšování výrobní kapacity, zlepšování podmínek pro zaměstnance a zajišťování celkového ekonomického růstu podniku by se měla společnost ASSA ABLOY stejným způsobem, jako byl aplikován v této práci, zaměřit i na ostatní oblasti výroby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C.H. Beck, 2001. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-7179-471-6.
- [2] BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [3] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- [4] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [5] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000. Expert (Grada). ISBN 80-7169-955-1.
- [6] MAŠÍN, Ivan a Jaroslav MAŠÍN. *Analýza procesů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-865-6.
- [7] Metody a nástroje: API Akademie. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. Slaný: API - Akademie produktivity a inovací, ©2005-2020 [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24882-metody-a-nastroje>
- [8] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- [9] MAŠÍN, I., 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 78 s. ISBN 80-902235-9-1.
- [10] PAVKA, Marek. *Štíhlé pracoviště*. Slaný, 2019.
- [11] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
- [12] ASSA ABLOY Czech & Slovakia: *The global leader in door opening solutions* [online]. Praha: ASSA ABLOY [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.assaabloy.cz/cs/local/cz/>
- [13] FAB Czech & Slovakia: *FAB chrání váš svět* [online]. Praha: ASSA ABLOY [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.fab.cz/cs/site/fabcz/>
- [14] KRÁM, Josef. *Pes na klíčkách, který se stal minulostí. O autorovi loga značky FAB. Orlický.net: zpravodajství pro Orlické hory a Podorlicko* [online]. Rychnov nad

Kněžnou: Pro Junior, c2006-2020, 28.02.2010 [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: https://www.orlicky.net/?id_zpravy=11619558921267355964

[15] ASSA ABLOY Czech & Slovakia. *Výrobní systém 4K*. Rychnov nad Kněžnou.

[16] ROTHER, M., SHOOK, J., 1999. *Learning to see. Value stream mapping to create value and eliminate muda*. 1. vyd. Brookline: Lean Enterprise Institute, s. 143. ISBN 0-9667843-0-8.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Štíhlý podnik (Zdroj: Převzato z: 7).....	13
Obr. 2: Hlavní prvky štíhlé výroby (Zdroj: Upraveno dle: 8, str. 23)	14
Obr. 3: Plánovací princip Pull (Zdroj: Převzato z: 1, str. 66).....	19
Obr. 4: Členění podnikové logistiky (Zdroj: Upraveno dle: 3, str. 191)	23
Obr. 5: Postup použití metody VSM (Zdroj: Upraveno dle: 16, str. 19).....	26
Obr. 6: Logo společnosti z roku 1941 (Zdroj: Převzato z: 14).....	31
Obr. 7: Historický vývoj podniku (Zdroj: Převzato z: 13)	32
Obr. 8: Výrobní systém 4K (Zdroj: Převzato z: 14)	34
Obr. 9: FAB ENTR (Zdroj: Převzato z: 13)	38
Obr. 10: Aperio CHD (Zdroj: Převzato z: 12).....	39
Obr. 11: E100 DIN, Skandinávie, Austrálie (Zdroj: Upraveno dle: 12).....	40
Obr. 12: Technologický postup na lince montáže (Zdroj: Vlastní zpracování).....	42
Obr. 13: Pick-by-light zásobník Z1 (Zdroj: Vlastní zpracování).....	43
Obr. 14: Pracoviště laserování (Zdroj: Vlastní zpracování)	43
Obr. 15: Pracoviště programování (Zdroj: Vlastní zpracování)	44
Obr. 16: Pracoviště montáž 1 a montáž 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)	45
Obr. 17: Layout linky montáže Aperio E100 (Zdroj: Vlastní zpracování).....	47
Obr. 18: Spaghetti diagram 1 (Zdroj: Vlastní zpracování)	53
Obr. 19: Spaghetti diagram 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)	54
Obr. 20: Spaghetti diagram 3 (Zdroj: Vlastní zpracování)	55
Obr. 21: Spaghetti diagram 4 (Zdroj: Vlastní zpracování)	56
Obr. 22: Návrh layoutu-varianta A (Zdroj: Vlastní zpracování)	61
Obr. 23: Toky dílů a hotových výrobků (Zdroj: Vlastní zpracování).....	62
Obr. 24: Návrh layoutu-varianta B (Zdroj: Vlastní zpracování)	63
Obr. 25: Toky dílů a hotových výrobků (Zdroj: Vlastní zpracování).....	64

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Symboly pro procesní analýzu (Zdroj: Upraveno dle: 7)	27
Tabulka 2: Procentuální podíl na prodeji dle typů (Zdroj: Vlastní zpracování)	40
Tabulka 3: Soupis pracovišť linky montáže E100 (Zdroj: Vlastní zpracování)	46
Tabulka 4: Soupis regálů na lince montáže E100 (Zdroj: Vlastní zpracování)	47
Tabulka 5: Shrnutí výsledků procesní analýzy DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)	48
Tabulka 6: Shrnutí výsledků proc. analýzy Skandinávie (Zdroj: Vlastní zpracování) ...	50
Tabulka 7: Shrnutí výsledků procesní analýzy Premium (Vlastní zpracování)	51
Tabulka 8: Vyhodnocení Spaghetti diagramu 1 (Zdroj: Vlastní zpracování)	53
Tabulka 9: Vyhodnocení Spaghetti diagramu 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)	54
Tabulka 10: Vyhodnocení Spaghetti diagramu 3 (Zdroj: Vlastní zpracování)	55
Tabulka 11: Vyhodnocení Spaghetti diagramu 4 (Zdroj: Vlastní zpracování)	56
Tabulka 12: Rozdělení operací mezi pracovnice (Zdroj: Vlastní zpracování)	57
Tabulka 13: Výpočet balančního indexu linky (Zdroj: Vlastní zpracování)	58
Tabulka 14: Mapa plýtvání (Zdroj: Vlastní zpracování)	59
Tabulka 15: Parametry varianty A (Zdroj: Vlastní zpracování)	62
Tabulka 16: Parametry varianty B (Zdroj: Vlastní zpracování)	63
Tabulka 17: Bodové hodnocení variant layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)	64
Tabulka 18: Vyhodnocení přínosu nového layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)	65
Tabulka 19: Nová spotřeba času montáže E100 DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)	66
Tabulka 20: Nové rozdělení operací mezi pracovnice (Zdroj: Vlastní zpracování)	67
Tabulka 21: Nový balanční index linky (Zdroj: Vlastní zpracování)	68
Tabulka 22: Vnitropodnikové náklady na realizaci návrhů (Zdroj: Vlastní zpracování)	69
Tabulka 23: Finanční přínosy návrhů (Zdroj: Vlastní zpracování)	69

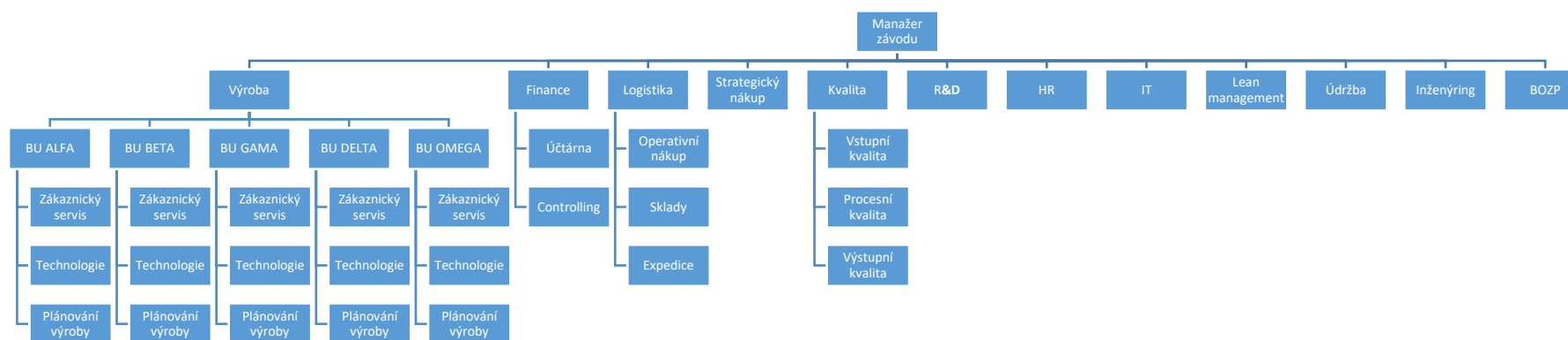
SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Podíl kategorií v procesu montáže typu DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)	50
Graf 2: Podíl kategorií v procesu montáže typu Premium (Zdroj: Vlastní zpracování) .	52
Graf 3: Aktuální balancování linky (Zdroj: Vlastní zpracování).....	58
Graf 4: Nové balancování linky (Zdroj: Vlastní zpracování)	68

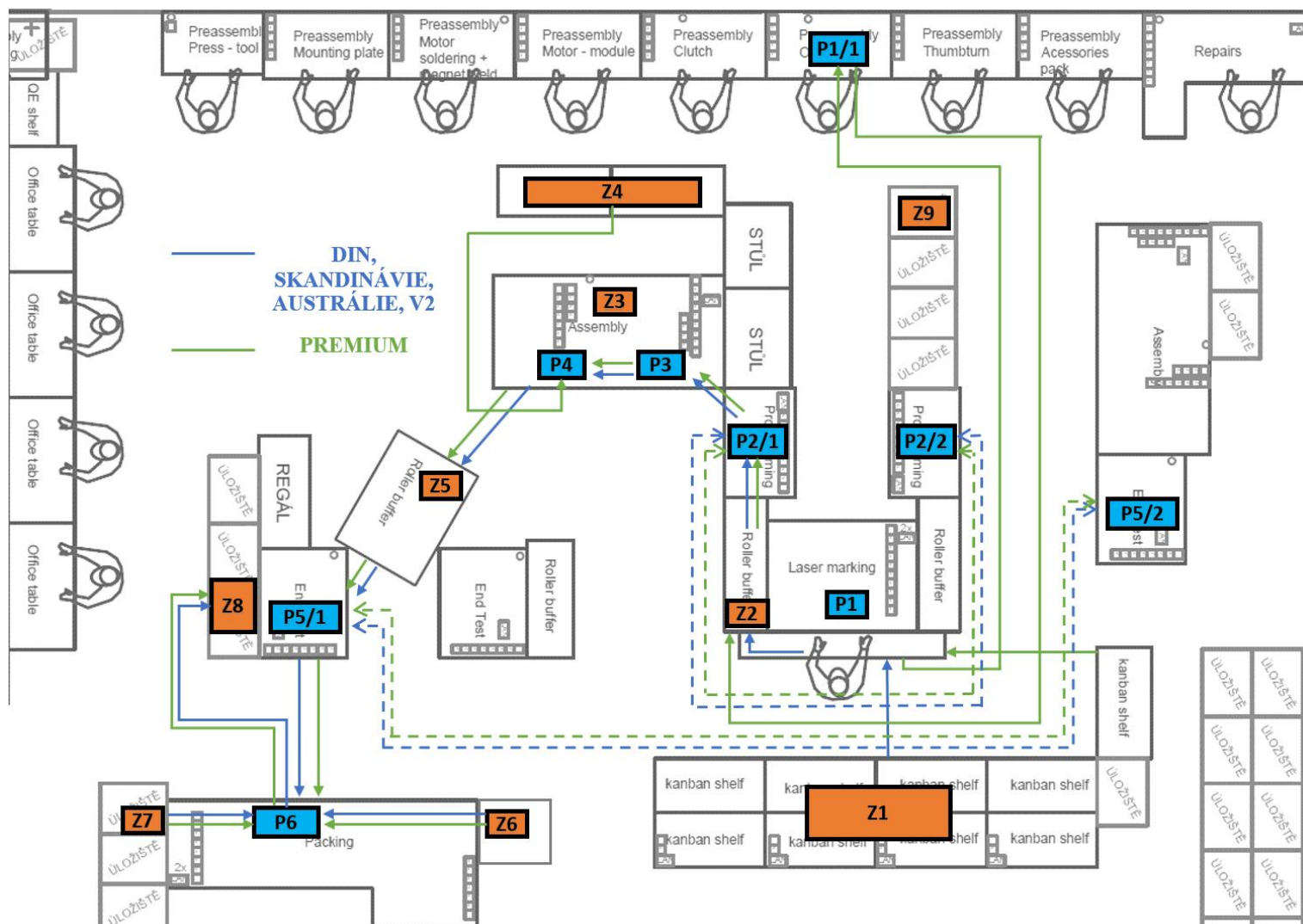
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Organizační struktura podniku (Zdroj: Vlastní zpracování)	I
Příloha 2: Materiálový tok montáže E100 (Zdroj: Vlastní zpracování)	II
Příloha 3: Procesní analýza produktu E100 DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)	III
Příloha 4: Procesní analýza produktu E100 Skandinávie (Zdroj: Vlastní zpracování) ..	IV
Příloha 5: Procesní analýza produktu E100 Premium (Zdroj: Vlastní zpracování)	V
Příloha 6: Spaghetti diagram 1 (Zdroj: Vlastní zpracování)	VI
Příloha 7: Spaghetti diagram 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)	VII
Příloha 8: Spaghetti diagram 3 (Zdroj: Vlastní zpracování)	VIII
Příloha 9: Spaghetti diagram 4 (Zdroj: Vlastní zpracování)	IX
Příloha 10: Spotřeba času montáže E100 DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)	X

Příloha 1: Organizační struktura podniku (Zdroj: Vlastní zpracování)



Příloha 2: Materiálový tok montáže E100 (Zdroj: Vlastní zpracování)



Příloha 3: Procesní analýza produktu E100 DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)

Procesní analýza typu DIN		Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)	Počet pracovníků
č.	činnost	○	→	◊	▽	⊐			
1	Vychystání komponent ze Z1 do boxu	○						00:13,4	1
2	Přesun na pracoviště P1		→				3		
3	Příprava zakázky a laserování	○						00:53,5	
4	Přesun do regálu Z2		→				1,5		
5	Skladování v regálu Z2				▽			55:12,0	
6	Skladování vedle regálu Z2					⊐		27:36,0	
7	Přesun boxu na pracoviště P2/1		→				0,75		1
8	Programování elektroniky	○						03:27,0	
9	Přesun tam a zpět na 2. zařízení (P2/2)		→				3		
10	Přenos boxu na P3		→				0,75		
11	Montáž 1	○						01:10,3	
12	Přesun z Montáže 1 na Montáž 2		→				0,5		
13	Montáž 2	○						00:49,0	
14	Manipulace boxu do regálu Z5		→				1,5		
15	Skladování v regálu Z5				▽			15:07,2	
16	Přesun na pracoviště testování P5/1		→				0,9		1
16	Testování funkčnosti	○						00:49,0	
17	Přesun tam a zpět na 2. zařízení (P5/2)		→				3,9		
18	Přenesení boxu na pracoviště P6		→				2,25		
19	Balení	○						01:42,2	
20	Manipulace zabaleného produktu na Z8		→				3,75		
21	Uložení hotového produktu na Z8				▽			27:43,2	
	Celkem: četnost	7	11	0	3	1			3
	součet času (min)							2:14:43	
	vzdálenost (m)						21,8		

Příloha 4: Procesní analýza produktu E100 Skandinávie (Zdroj: Vlastní zpracování)

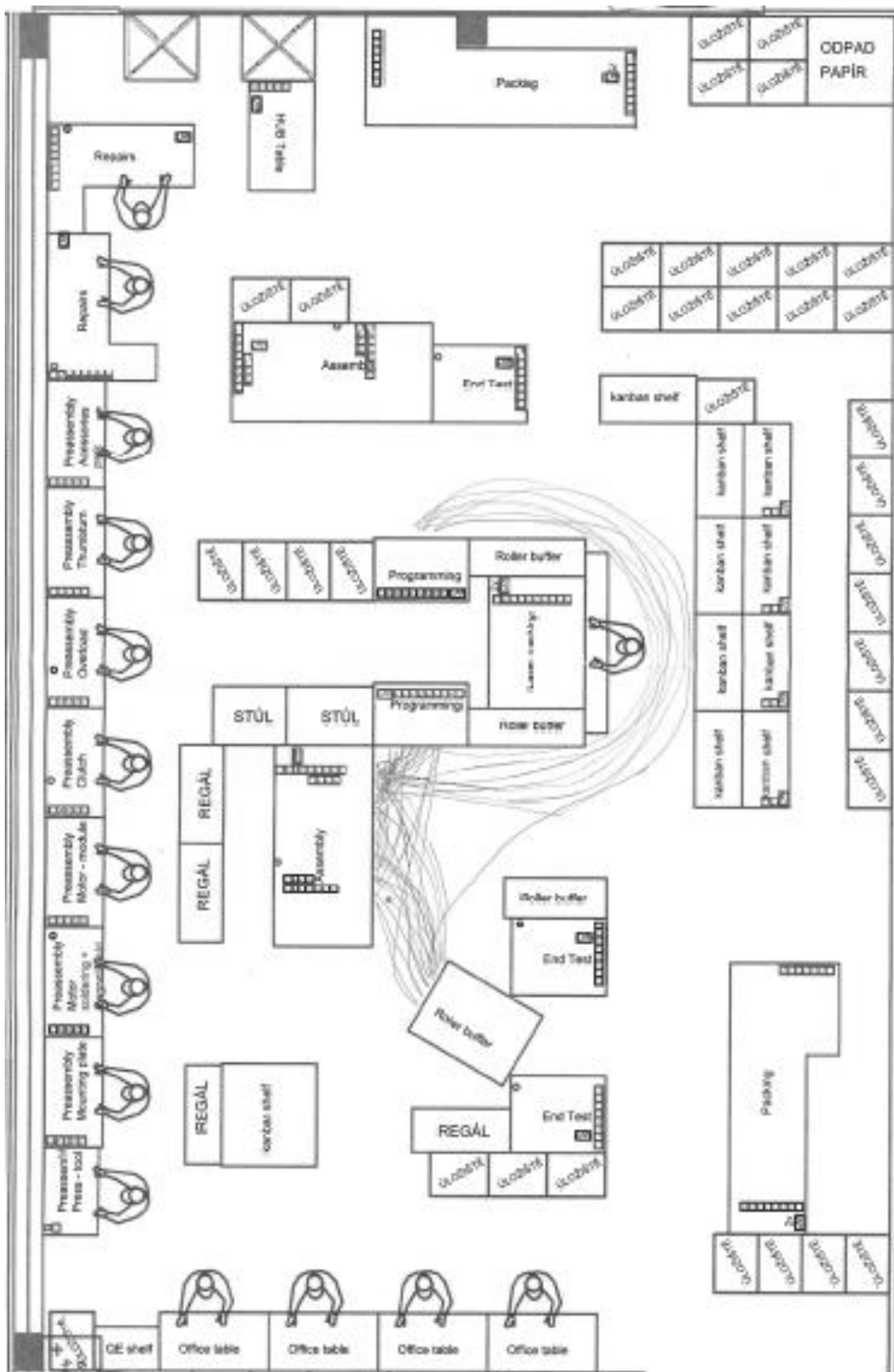
Procesní analýza typu Skandinávie		Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)	Počet pracovníků
č.	činnost	○	→	◊	▽	D			
1	Vychystání komponent ze Z1 do boxu	○						00:13,4	1
2	Přesun na pracoviště P1		→				3		
3	Příprava zakázky a laserování	○						00:53,5	
4	Přesun do regálu Z2		→				1,5		
5	Skladování v regálu Z2				▽			55:12,0	
6	Skladování vedle regálu Z2					D		27:36,0	
7	Přesun boxu na pracoviště P2/1		→				0,75		1
8	Programování elektroniky	○						03:27,0	
9	Přesun tam a zpět na 2. zařízení (P2/2)		→				3		
10	Přenos boxu na P3		→				0,75		
11	Montáž 1	○						01:32,3	
12	Přesun z Montáže 1 na Montáž 2		→				0,5		
13	Montáž 2	○						01:55,7	
14	Manipulace boxu do regálu Z5		→				1,5		
15	Skladování v regálu Z5				▽			15:07,2	
16	Přesun na pracoviště testování P5/1		→				0,9		1
16	Testování funkčnosti	○						00:49,0	
17	Přesun tam a zpět na 2. zařízení (P5/2)		→				3,9		
18	Přenesení boxu na pracoviště balení P6		→				2,25		
19	Balení	○						01:42,2	
20	Manipulace zabaleného produktu na Z8		→				3,75		
21	Uložení hotového produktu na Z8				▽			27:43,2	
Celkem: četnost		7	11	0	3	1			3
součet času (min)								2:16:11	
vzdálenost (m)							21,8		

Příloha 5: Procesní analýza produktu E100 Premium (Zdroj: Vlastní zpracování)

Procesní analýza typu Premium		Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)	Počet pracovníků
č.	činnost	○	→	◊	▽	D			
1	Vychystání komponent ze Z1 do boxu	○						00:13,4	1
2	Přesun na pracoviště P1		→				3		
3	Příprava zakázky a laserování	○						00:53,5	
4	Přesun na pracoviště P1/1		→				9,75		
5	Montáž přetěžovací spojky ke štítu	○						02:05,5	
6	Manipulace boxu do regálu Z2		→				11,25		
7	Skladování v regálu Z2				▽			10:21,0	
8	Přesun boxu na pracoviště P2/1		→				0,75		1
9	Programování elektroniky	○						03:27,0	
10	Přesun tam a zpět na 2. zařízení (P2/2)		→				3		
11	Přenos boxu na P3		→				0,75		
12	Montáž 1	○						02:24,0	
13	Přesun z Montáže 1 na Montáž 2		→				0,5		
14	Vychystání komponent ze Z4		→				6,75		
15	Montáž 2	○						01:52,0	
16	Manipulace boxu do regálu Z5		→				1,5		
17	Skladování v regálu Z5				▽			07:33,6	
18	Přesun na pracoviště testování P5/1		→				0,9		1
19	Testování funkčnosti	○						00:49,0	
20	Přesun tam a zpět na 2. zařízení (P5/2)		→				3,9		
21	Přenesení boxu na pracoviště P6		→				2,25		
22	Balení	○						01:42,2	
23	Manipulace zabaleného produktu na Z8		→				3,75		
24	Uložení hotového produktu na Z8				▽			07:33,6	
	Celkem: četnost	8	13	0	3	0			3
	součet času (min)							0:38:55	
	vzdálenost (m)						48,05		

[illegible]

Příloha 7: Spaghetti diagram 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)



Příloha 10: Spotřeba času montáže E100 DIN (Zdroj: Vlastní zpracování)

Číslo	Činnost	Čas (min:s)
1.1	Vychystání komponent ze Z1 do boxu na P1	00:14,4
1.2	Načtení zakázky na pracovišti P1	00:03,3
1.3	Kontrola načtení a zadání množství kusů do PC	00:05,3
1.4	Tisk etiket k zakázce	00:03,6
1.5	Vložení etiket do boxu	00:01,7
1.6	Vložení kusu do laseru a spuštění laseru	00:05,2
1.7	Laserování loga zákazníka	00:24,7
1.8	Očištění kusu po laserování	00:04,8
1.9	Vyjmutí z laseru, manipulace boxu do zásobníku Z2	00:08,6
2.1	Přesun boxu na pracoviště P2/1	00:03,3
2.2	Vyjmutí a označení předcházejícího kusu	00:10,3
2.3	Vložení elektroniky do programovacího zařízení a spuštění	00:13,7
2.4	Přemístění nahané přepravky na P3	00:03,3
3.1	Vložení vnitřního víka do silonového přípravku	00:07,3
3.2	Příprava a namazání spojky	00:04,3
3.3	Vložení čepu do spojky, vložení elektroniky	00:11,0
3.4	Vložení krycího plechu	00:04,7
3.5	Montáž elektroniky a krycího plechu 4 šrouby	00:12,3
3.6	Otočení	00:02,7
3.7	Montáž druhé strany 4 šrouby	00:10,7
3.8	Zastrčení kabelů	00:04,7
3.9	Označení štítkem	00:02,7
3.10	Vložení kontrolního kroužku a test kliky	00:05,7
3.11	Odložení kliky do přepravky	00:04,3
4.1	Vložení elektroniky do přípravku	00:06,4
4.2	Vložení vnějšího štítu do přípravku	00:06,0
4.3	Montáž elektroniky a vnějšího štítu	00:07,4
4.4	Sešroubování vnější desky a elektroniky 2 šrouby	00:05,4
4.5	Montáž matice a zajištění gumovým kroužkem	00:05,2
4.6	Test kliky	00:06,2
4.7	Test I a II díl	00:03,4
4.8	Odložení kliky do přepravky	00:02,2
4.9	Manipulace přepravky do Z5	00:06,8
5.1	Vyjmutí přecházející otestované kliky	00:22,4
5.2	Přesun dalšího kusu ze Z5 na pracoviště	00:04,3
5.3	Vložení kliky do testovacího zařízení	00:16,7
5.4	Spuštění testování	00:02,4
5.5	Přenesení boxu na pracoviště balení P6	00:05,4
5.6	Vychystání kartonu z úložiště Z6 na P6	00:09,0
5.7	Vychystání příslušenství z regálu Z7 na P6	00:14,0
5.8	Klika vnitřní (očištění, etiketa)	00:15,4
5.9	Umístění kliky do kartonu	00:05,7
5.10	Klika vnější (očištění, etiketa)	00:25,7
5.11	Umístění kliky do kartonu	00:07,7
5.12	Vložení tiskovin a zabalení	00:14,7
5.13	Manipulace zabaleného produktu na úložiště Z8	00:06,3
5.14	Odložení prázdné přepravky	00:03,7
Čas trvání celkem		06:15,1