



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. David Medek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav managementu
Student:	Bc. David Medek
Vedoucí práce:	Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.
Akademický rok:	2022/23
Studijní program:	Strategický rozvoj podniku

Garant studijního programu 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 změn pro vybranou část výrobního systému podniku prostřednictvím vybraných metod a nástrojů štíhlého řízení.

Základní literární prameny:

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

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

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. Moderní přístupy k řízení výroby. Praha: C.H. Beck, 2001. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-7179-471-6.

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 (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně dne 5.2.2023

L. S.

doc. Ing. Vít Chlebovský, Ph.D.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá štíhlým řízením výrobního systému společnosti Inventec (Czech), s.r.o, která na pobočce v Brně vyrábí stolní počítače a servery značky Fujitsu. Řízení výrobního systému je zde analyzováno pomocí nástrojů a metodik štíhlé filozofie a na základě získaných informací bude sestaven návrh pro vybranou část výrobního systému podniku, který povede k eliminaci plýtvání.

Abstract

This diploma thesis deals with lean management of production system in Inventec (Czech), s.r.o company, Brno branch of which produces desktop PCs and servers of Fujitsu brand. Management of production system is analyzed via tools and methods of lean philosophy and based on the information gained. Proposition (improvement) for a selected part of production system will be made, which will lead to elimination of wasting of resources and time.

Klíčová slova

Štíhlá výroba, výrobní proces, výrobní systém, DMAIC, počítač

Keywords

Lean manufacturing, production proces, production system, DMAIC, computer

Bibliografická citace

MEDEK, David. *Štíhlé řízení výrobního systému* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-15].
Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/148755>. Diplomová práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí
práce Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 15. 5. 2023

Bc. David Medek

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat společnosti Inventec (Czech), s.r.o. za poskytnuté informace a možnost zpracování této diplomové práce na základě jejich procesů ve zkoumané oblasti. Děkuji také vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Vladimíru Bartoškovi Ph.D. za vedení, cenné rady a připomínky při tvorbě této práce. Poslední, avšak neméně důležité poděkování, patří také mé rodině a blízkým za podporu a pomoc během celého mého studia.

OBSAH

ÚVOD	11
1 CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	12
1.1 Cíle práce	12
1.2 Metody a postupy zpracování	12
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	14
2.1 Historie štíhlé výroby	14
2.2 Štíhlá výroba	15
2.2.1 Zásady štíhlé výroby	16
2.3 Princip zeštíhlování	18
2.3.1 Hodnota v očích zákazníka	19
2.3.2 Plýtvání (8 Muda)	19
2.3.3 Kaizen	22
2.4 Materiálový tok	23
2.4.1 Systém tahu v porovnání se systémem tlaku	23
2.4.2 Just-in-time	24
2.4.3 Kanban	25
2.4.4 Systém FIFO	26
2.4.5 Supermarket	26
2.5 5S	27
2.6 DMAIC	28
2.6.1 SIPOC	30
2.7 Paretovo pravidlo	31
2.8 Zlepšování procesů	31
2.8.1 Potenciál zlepšení	32
3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	35

3.1	Představení společnosti	35
3.1.1	Portfolio výroby	36
3.1.2	Organizační struktura.....	37
3.1.3	Zaměstnanci	38
3.1.4	Zákazník.....	39
3.1.5	Politika společnosti	39
3.2	Výrobní proces	41
3.2.1	Výrobní proces linky	44
3.3	Analýza aktuálního stavu výrobního systému.....	48
3.3.1	SIPOC	49
3.3.2	Modely	49
3.3.3	Sběr dat	50
3.3.4	Výroba vs. balení	53
3.3.5	Balancování	54
3.3.6	Plytvání	58
3.3.7	Překročení targetu	60
3.4	Celkové zhodnocení	63
4	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	65
4.1	Navrhovaná řešení.....	65
4.2	Snížení výstupu linky pomocí snížení počtu operátorů na výrobní lince	67
4.2.1	Materiál vstupující do jednotky	68
4.2.2	Rozdělení materiálu mezi pozice	69
4.2.3	Nové balancování	77
4.3	Přínos návrhu	81
4.4	Ověření způsobilosti návrhu	83
4.4.1	Easy konfigurace.....	83

4.4.2	Medium konfigurace	84
4.4.3	Hard konfigurace	84
4.4.4	Shrnutí ověření způsobilosti návrhu	85
	ZÁVĚR	87
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	88
	SEZNAM ZKRATEK	91
	SEZNAM TABULEK	92
	SEZNAM GRAFŮ	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ	94

ÚVOD

Společnostem se zvyšují náklady na výrobu, ať už mzdové, vstupní či provozní. Jak docílit zvyšování zisku? Jako jedna z možných cest je budování štíhlého podniku, který se v současné době stává důležitou součástí mnoha výrobních firem. Štíhlé řízení výrobního systému je přístup k vedení výroby, který je zaměřen na minimalizaci plýtvání a maximalizaci efektivity.

Štíhlá filozofie pracuje s konceptem nikdy nekončícího procesu zlepšování napříč celým podnikem. Najít řešení ke zlepšení není vždy jednoduché či zřejmé, i když člověk v dané oblasti pracuje denně, naopak je to někdy možná i o to těžší. „Když všichni mluví o nemožnostech, hledej možnost“ (Tomáš Baťa). Zmíněné koncepty jsou i mou oblastí zájmu, a proto jsem se jim rozhodl dále věnovat ve své diplomové práci, jejímž tématem je štíhlé řízení výrobního systému.

V teoretické části práce je věnován prostor štíhlé filozofii, jejím nástrojům a metodikám. Také je zde poskytnut náhled na potenciál ke zlepšení a zlepšování samotných procesů.

Analytická část je zaměřena především na stav a proces výroby u modelů, kde se objevují úzká místa, která podniku brání v rozvoji a způsobují plýtvání v rámci štíhlé filozofie.

Poslední část zahrnuje navržení řešení, jímž je změna procesu výroby u modelů, kde vznikaly různé druhy plýtvání a neshodovaly se s principem štíhlé filozofie. Návrh řešení pomohl tato plýtvání eliminovat a přispěl ke štíhlému řízení výrobního systému v podniku. Obsahuje také část s ověřením způsobilosti návrhu, ve které pak zmíněný návrh ověřuje ve výrobě v praxi.

1 CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

1.1 Cíle práce

Hlavním cílem mé diplomové práce „Štíhlé řízení výrobního systému“ je na základě načerpaných teoretických znalostí a provedené analýzy navrhnout změny pro vybranou část výrobního systému podniku, prostřednictvím vybraných metod a nástrojů štíhlého řízení, které povedou k eliminaci plýtvání.

Pro splnění hlavního cíle je nutné uskutečnit cíle dílčí, mezi které patří nastudovat a zpracovat teoretické informace, nasbírat kvalitní vypovídající data, provést jejich analýzu a na základě jejich vyhodnocení interpretovat závěry, doporučení a návrhy na zlepšení.

1.2 Metody a postupy zpracování

Diplomová práce je tvořena ze čtyř částí, kdy první část je zaměřena na teorii, ve které je rozebrána historie štíhlé výroby, její filozofie a zásady. Dále pak princip zeštíhlování, hodnota v očích zákazníka, plýtvání, kaizen a materiálový tok. Je zde věnován prostor i metodám a systémům štíhlého řízení výrobního systému jako just-in-time, kanban, systém FIFO, supermarket, 5S a další. Teoretickou část práce uzavírá zlepšování procesů a potenciál ke zlepšení. Tato část slouží k lepšímu pochopení pojmů spojených s tématem diplomové práce.

Druhá část je analytická, kde bude podrobněji popsán aktuální stav řízení výrobního systému ve společnosti. Obsahuje také informace o firmě Inventec (Czech), s.r.o. Navržené a provedené analýzy v souladu s principy a metodami štíhlého řízení přispívají k lepšímu pochopení a přesnějšímu navržení řešení. Pomáhají také detailnějšímu procházení společností v rámci řešené problematiky.

Třetí část je věnována tvorbě vlastních návrhů řešení ku prospěchu štíhlého řízení výrobního systému, a to na základě získaných informací z analytické části diplomové práce. V závěru této části je pak ověření vlastních návrhů v praxi.

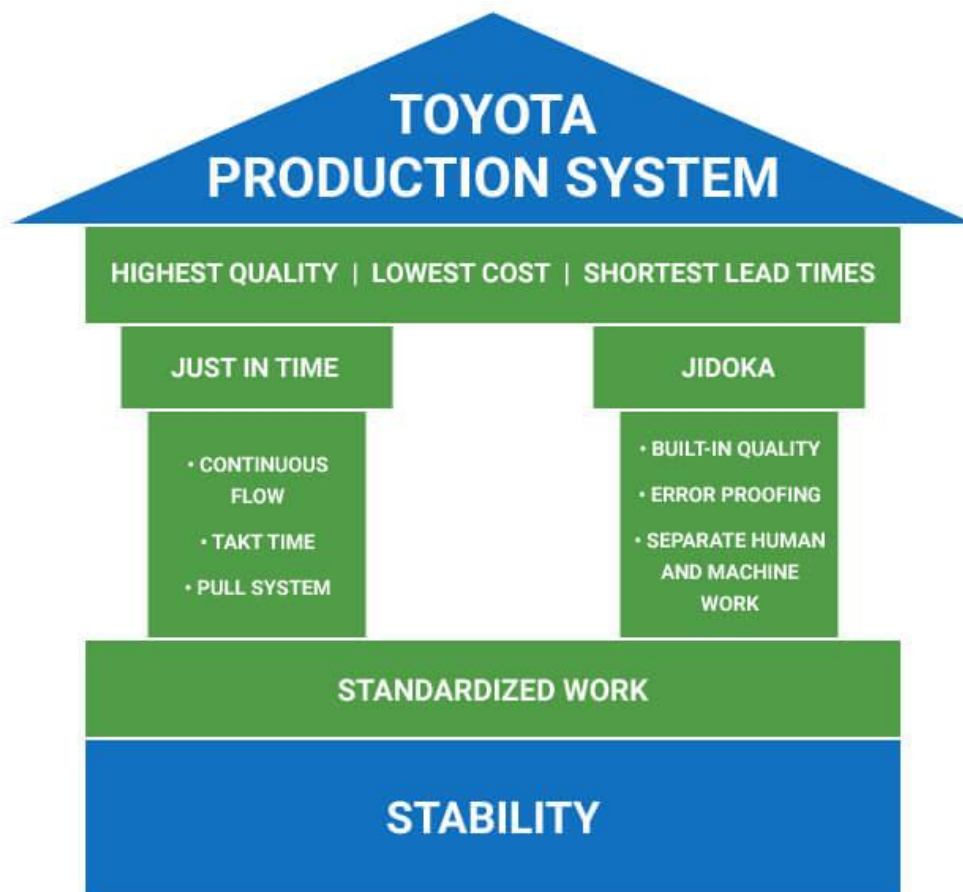
Práce disponuje třemi omezeními týkajícími se informací, které si společnost nepřeje zveřejnit. První omezení se týká nemožnosti zveřejnit výši mezd zaměstnanců. Z toho důvodu je na výpočet úspor použita benchmarková mzda ze mzdového výzkumu společnosti Grafton Recruitment s.r.o. jako modelový příklad. Druhé omezení zahrnuje nemožnost finančně vyčíslit prostoje, defekty a transport. S těmito údaji pracuji v časových, případně procentuálních vyjádřeních. Dále pak nelze sdílet informace o délce trvání testovacího procesu a počtu testovacích míst, je tedy zveřejněn jen výsledek analýzy potřebný pro zpracování diplomové práce.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

V této části práce jsou objasněny teoretické postupy, které jsou nezbytné k pochopení dané problematiky a k vypracování analytické a návrhové části práce. V první řadě je zde historie štíhlé výroby/filozofie štíhlého řízení a definovány pojmy týkající se štíhlého řízení výroby. Dále je rozebrán princip zeštíhlování a materiálový tok. V poslední části jsou popsány metody štíhlého řízení používané k optimalizaci.

2.1 Historie štíhlé výroby

Obecně se za zakladatele štíhlé výroby považuje japonská automobilka Toyota a její šéf Eiji Toyoda, jehož cílem bylo se v produktivitě vyrovnat americkému gigantovi ve výrobě automobilů – Fordu, který je také původcem masové výroby automobilů. Lean manufacturing je koncept, který vznikl v Japonsku v 50. letech minulého století jako řešení problémů se sníženou produktivitou u zaměstnanců společnosti Toyota. Tyto problémy byly způsobeny nedostatkem prostoru a širokým portfoliem výrobků. Na základě těchto problémů bylo zavedeno několik zásadních změn, které vedly k odstranění ztrátových časů a zvýšení produktivity. Hlavním cílem je, aby všichni pracovníci na výrobních linkách byli schopni obsluhovat více strojů různých druhů a tím dosáhnout vyšší účinnosti výroby. Tyto faktory a myšlenky vedly ke vzniku systému řízení podniku, který je dnes nazýván Toyota Production System (TPS). TPS je metodou řízení procesů v podniku, který po vzoru Toyoty začaly zavádět i další společnosti vyrábějící automobily a postupem času proniklo i do malosériové výroby s menším počtem zaměstnanců (1).



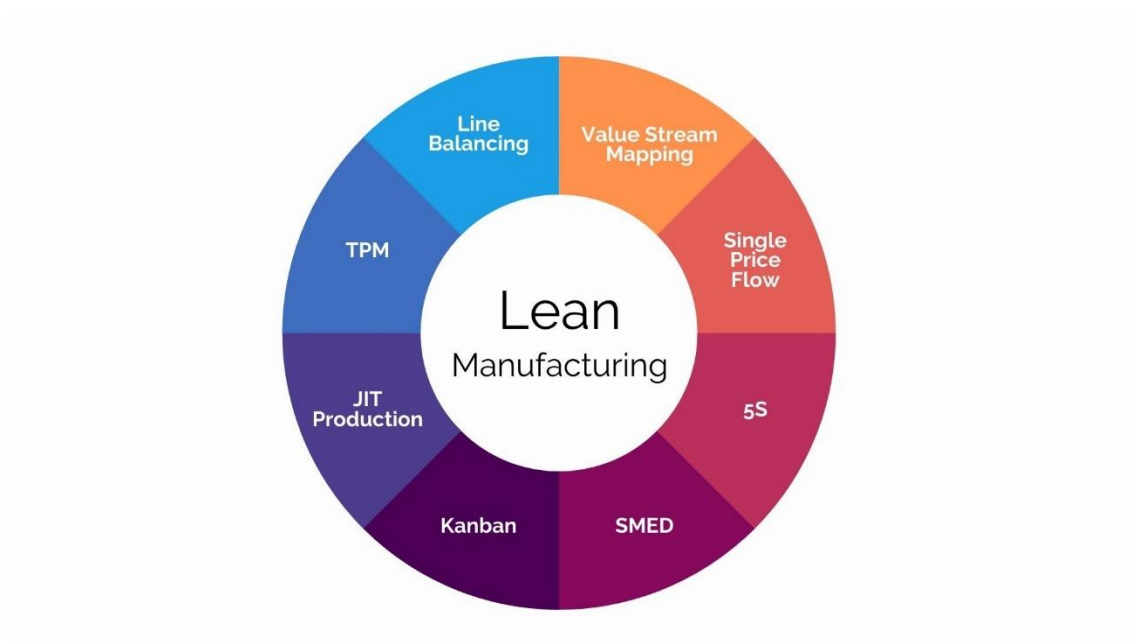
Obrázek č. 1: House of Toyota
(Zdroj: 2)

Zároveň se také spousta základních myšlenek TPS inspirovalo o zkušenosti výrobních linek Henryho Forda. Systém byl pomocí způsobu pokus/omyl neustále rozvíjen a zásady, které se osvědčily se dále zaváděly do výrobních podniků Toyoty. Velkou inspirací bylo pro manažera Taiichi Ohna učení W. Edwardse Deminga a jeho systém tahu, který byl využíván v amerických hypermarketech (3).

2.2 Štíhlá výroba

Lean manufacturing, případně Lean production (v překladu štíhlá výroba), je označení pro metodu organizace výroby, ve které je věnována pozornost a klade se důraz nejen na zvyšování tržeb, ale také na snižování nákladů tak, aby byl zajištěn růst zisku společnosti a hodnota pro akcionáře neustále rostla. Naprosto stěžejní jsou v rámci provozu podniku kroky snižující náklady a v rámci koncepce štíhlé výroby, jakožto vnitropodnikové filozofie, také zabezpečit plnění strategických cílů. Jde tedy o to, dosáhnout co nejvyšší

produkce, za co nejmenší náklady a bez snížení požadované kvality, tzn. neustálý rozvoj principů, mezi které patří jak rozvoj produktivity, tak eliminace chyb a omylů (4).



Obrázek č. 2: Pilíře štíhlé výroby
(Zdroj: 5)

Základem koncepce štíhlého podniku je orientace na zákazníka a jeho potřeby, což umožňuje zlepšit celkovou spokojenost zákazníků a posílit pozici společnosti na trhu. Důležitým cílem je také neustálé zlepšování klíčových ukazatelů, optimalizace kvality, nákladů a dodávek. Součástí koncepce je zapojení všech zaměstnanců do hledání neustálých zlepšení, což má výrazný dopad na výkonnost podniku a také díky tomu budou implementovány postupy a technologie, které budou přizpůsobeny specifickým výrobním potřebám a podmínkám. Tato pružnost umožňuje podniku rychle reagovat na nové výzvy a efektivně řešit překážky ve výrobním procesu (4).

2.2.1 Zásady štíhlé výroby

Jak již bylo naznačeno výše, ve štíhlé výrobě jde o vytvoření produktu, v co možná nejkratší době, s minimálními náklady a bez ztráty kvality nebo na úkor zákaznických požadavků, tzn. uspokojit zákaznickovy požadavky tím, že bude vyráběno pouze to, co je zákazníkem požadováno. Následující zásady tomuto napomáhají (4).

- **Celkový proces:** Cílem štíhlé výroby je zaujmout strukturovaný přístup k řešení problémů (snížení množství chyb a plýtvání) a systematické neustálé zlepšování v rámci celkového procesu, ne pouze v jeho jednotlivých částech (6).
- **Flexibilita:** Ve štíhlém podniku se klade důraz na individuální potřeby zákazníků, což vyžaduje výrobu v malých dávkách a s velkou rozmanitostí výrobků. Flexibilita je tak klíčová pro rychlé přizpůsobení se aktuálním požadavkům zákazníků. To zahrnuje i pružné zapojení zaměstnanců, kteří mohou pracovat na jakékoliv lince ve společnosti. Výrobní zařízení musí být přizpůsobivá a schopná rychle se přestavět a zajistit spolehlivou výrobu (4).
- **Standardizace:** Konzistence v metodách a normách je klíčová pro omezení odchylek v procesu na všech odděleních společnosti. Standardizace představuje konkrétní dokumenty, postupy a pokyny, které slouží pracovníkům jako návody (např. pracovní pokyny, definice procesů, 5S a další). Postupy, nástroje a dokumenty je třeba neustále vylepšovat, protože pomáhají nejen minimalizovat odchylky ve výrobních procesech, ale také pomáhají při identifikaci a řešení problémů (7).
- **Vyvarovat se chybám:** Za pomoci preventivních opatření je cílem dosáhnout zvýšení stability procesů. Jen v případě, že jsou stabilní procesy, se dosahuje systematického a komplexního zlepšování, namísto toho dílčího (4).
- **Princip tahu:** U principu tahu jde o to, vyrábět pouze na základě poptávky a potřeb zákazníka. Hlavním cílem je zajistit, že zákazník obdrží požadovaný výrobek včas a v požadovaném množství. Jako podnět pro spuštění výroby je vznik/existence konkrétní poptávky od zákazníka, ať už interního či externího. Jedny z nástrojů, které umožňují uplatňovat princip tahu, a tím systém udělat transparentním a samořiditelným, je například kanban nebo supermarket. Díky principu tahu dochází ke snížení stavu zásob, usnadnění plánování a předcházení případnému nedostatku materiálu na výrobních linkách (4).

- **Transparentnost:** Cílem je zajistit jednoznačnost procesů a okamžité odhalení odchylek od stanovených norem. Transparentnost zahrnuje nejen procesy, ale také jasně definované úkoly, cíle a odpovědnosti pro každého pracovníka v procesu. Všichni pracovníci by měli mít jasnou představu o svých pravomocích a kompetencích v rámci daného procesu (4).
- **Osobní zodpovědnost:** V kontextu štihlé výroby tato zásada zdůrazňuje význam jednotlivých pracovníků společnosti a jejich zodpovědnosti. Stěžejním je správná komunikace mezi zaměstnanci, přijetí štihlé výroby zaměstnanci a jasně přidělené úkoly, odpovědnosti a kompetence. Důležitá také je, aby zaměstnanci byli správně motivováni a byla tím zažehnuta jejich tvořivost (4).
- **Neustálé zlepšování:** U této zásady jde o neustálý cyklus hledání příležitostí ke zlepšení, jejich řešení, zavádění a standardizace. Jakékoliv zlepšení zvyšuje transparentnost celého systému, což usnadňuje příští proces zlepšení a odhalení potenciálních míst zase k dalšímu zlepšení. U neustálého zlepšování je nutné zmínit japonský ekvivalent – Kaizen, což znamená „dobrá změna“ (v překladu „kai“ jako změna a „zen“ jako „dobrý“) (4).

2.3 Princip zeštíhlování

Charakteristickým rysem štihlého výrobního podniku je tažení zákazníkem, což znamená, že se výroba řídí poptávkou na trhu. Dále se zaměřuje na neustálé zlepšování kvality procesů a výrobků, což vede k vyšší spokojenosti zákazníků. Důležitou součástí je také schopnost poskytovat širokou škálu výrobků a jejich variant a pracovat s malými dávkami, což umožňuje vysokou flexibilitu výrobního procesu. Kromě toho jsou do procesu zapojeni všichni zaměstnanci, kteří jsou motivováni k neustálému zlepšování a inovaci. Níže v podkapitolách jsou pak definovány pojmy, které jsou stěžejní v přímé souvislosti s principem zeštíhlování (8).

2.3.1 Hodnota v očích zákazníka

Při plánování změn a zlepšení je pro společnost klíčové zaměřit se na požadavky zákazníka nebo uživatele, pro kterého je výsledek procesu určen. Je důležité stanovit hodnotu, za kterou je zákazník ochoten platit, a na základě toho posoudit, jaký přínos jednotlivé kroky procesu přinášejí pro tvorbu této hodnoty. Tento přístup pomáhá společností lépe porozumět svým zákazníkům a soustředit se na to, co pro ně má skutečnou hodnotu (9). Rozdělují se na:

- **Činnosti přidávající hodnotu (Value-Adding):** Činnost přidávající hodnotu v očích zákazníka je taková, která přidává formu, funkci nebo znak produktu či službě nebo umožňuje konkurenční výhodu, tzn. za co je zákazník ochoten zaplatit. Může jít např. o montáž, svařování a gravírování (9).
- **Činnosti nepřidávající hodnotu, ale nezbytné (Necessary-Non-Value-Adding):** Jedná se o sadu činností, které sice nepřidávají hodnotu/nejsou přínosem pro zákazníka, ale jsou nutné pro podnik. Řadí se sem například úkony spojené s předpisy či zákony, finanční výkazy, školení, údržba a další. Tyto úkony lze pouze redukovat (9).
- **Činnosti nepřidávající hodnotu (Non-Value-Adding):** Mezi typické činnosti nepřidávající hodnotu lze zařadit manipulaci, kontrolu, přepravu či přesun, počítání, zpoždění a další. Jedná se o sadu činností, které nepřidávají společnosti žádnou hodnotu a stávají se tak plýtváním. Cílem je tyto činnosti minimalizovat či zcela eliminovat, aby byl proces co nejefektivnější a přinášel co největší hodnotu zákazníkovi (9).

2.3.2 Plýtvání (8 Muda)

Principem zeštíhlování je především v tom, minimalizovat/odstranit ztráty v podniku (z japonského „muda“ – neboli plýtvání). Jsou rozřazeny do osmi kategorií:

1. **Nadprodukce:** Pokud firma produkuje výrobky předem, než získá objednávky od zákazníků nebo před plánem, vznikají dodatečné náklady na skladování a

výrobní plochy, což způsobuje nárůst množství nedokončených výrobků a nadbytečných zásob ve všech fázích výroby. Podniky se uchylují k nadprodukcí například z obav kvůli nepravidelným budoucím dodávkám, snahou o rychlé zaplacení nového výrobního zařízení v podobě snahy o jeho maximálního využití nebo naopak obava z možných poruch strojů (10).

2. **Nadměrné zásoby:** Tyto zásoby jsou nákladné a spotřebovávají mnoho finančních prostředků, aniž by poskytovaly přidanou hodnotu pro zákazníka. Většinou jsou vytvářeny kvůli nejistotě ohledně časového plánu dodávek, a to zejména jako kritické nebo příruční zásoby, aby bylo minimalizováno riziko vystavení se velkým ztrátám. Za plýtvání se považuje jak čekání na zásobu, která není včas, když je potřeba, tak i zásoba, která přišla náhle a je potřeba ji pohotovostně přemístit (10).
3. **Defekty (zmetky):** V případě, že výrobek nedosahuje předepsané standardní kvality, je považován za zmetek. I na tento kus však je spotřebován materiál a je do něj vloženo lidské úsilí a práce, musí se však na konci vyřadit, když je kontrola kvality na závěr procesu. Je proto mnohem lepší kontrolu provádět již i v průběhu procesu, kdy je ještě možnost zjištění defektní výrobek opravit (případně alespoň vyřadit a ušetřit další materiál a lidskou práci), aby nevznikl nezvratný zmetek. V případě hromadné výroby může na výrobní lince vzniknout početné množství zmetků v krátkém čase, než se problém zaregistruje a linka se zastaví. V rámci eliminace tohoto druhu plýtvání je vhodné, aby stroje byly vybaveny mechanismy, které je ve výše uvedených případech automaticky zastaví (viz. níže popsaná „jidoka“) (10).
4. **Čekání:** Jde o situace, kdy je pracovní proces z jakéhokoli důvodu přerušen a pracovníci nemohou dále pokračovat ve své práci. Tyto přestávky mohou být způsobeny různými faktory, jako jsou zastavení stroje nebo jiné technické problémy, problémy s dodávkami materiálů, nepříznivé počasí nebo dopravní situace (10).

2.3.3 Kaizen

Institut Kaizen vznikl v roce 1985 jako organizace zaměřená na rozvoj a implementaci Toyota Production System (TPS). Jeho zakladatel, Masaaki Imai, postupně rozšířil působnost institutu o další metody a praktiky, které se nyní pod Kaizen filozofií sdružují do jednoho celku. Kaizen se v překladu znamená "změna k lepšímu" a tato filozofie usiluje o neustálé zlepšování procesů a aktivní zapojení všech zaměstnanců. Cílem je, aby tito zaměstnanci mohli využívat tyto postupy nejen v pracovním prostředí, ale i v osobním životě (11).

V Kaizen filozofii není cesta ke zlepšování pomocí velkých skoků, ale nekončícími malými změnami, které přinášejí v dlouhodobém horizontu kýžené výsledky a jsou také dlouhodobě udržitelné. Aby se dosáhlo úspěchu je nezbytné, aby tato metodologie byla prostoupena všemi úrovněmi řízení firmy (11).

2.3.4 Jidoka

S definicí Jidoka přišla společnost Toyota a znamená: „automatizace s lidským elementem,“ tzn. soustředí se především na proces automatizované výrobní linky.

Čtyřmi prvky Jidoky jsou:

1. detekce problému
2. zastavení linky
3. bezodkladná oprava problému
4. provést analýzu kořenových příčin a rozvést ji/implementace nápravných opatření k eliminaci opakování

I přes to, že je Jidoka vytvořena pro automatizovanou linku, se její prvky dají účinně aplikovat v jakémkoliv prostředí, například i ve službách či kanceláři (12).

Principem je okamžité zachycení a řešení abnormální situace. Pokud se vyskytne chyba, je nutné okamžitě zasáhnout a vyřešit ji, i když to znamená přerušování výroby. Pomocí Jidoka lze odhalit příčiny problémů a abnormalit v reálném čase a okamžitě tak zastavit práci. To vede ke zlepšení procesů, které zvyšují kvalitu pomocí odstranění kořenových příčin vad (13).

Abychom zvýšili nezávislost pracovišť, je nutné vybavit stroje a pracoviště zařízením ANDON, které pomocí světelného signálu poskytuje informace o aktuálním stavu daného pracoviště a v případě problému může vyslat výstražný signál, díky čemuž operátoři na pracovišti ihned vědí, pokud nastal problém. Dalším prostředkem, jak zamezit vadným výrobkům dostat se do procesu, je technika Poka-Yoke. Jedná se o systém zabezpečení proti lidským chybám, který nastavuje činnosti tak, aby je nebylo možné provést jinak než správně. Pracuje s principy prevence, včasného odhalení chyb a jejich zamezení (14).

2.4 Materiálový tok

Materiálový tok se vyskytuje v každé fázi výrobního procesu, od surovin až po konečné výrobky a jejich distribuci. Je to dynamický proces, který ovlivňuje organizaci výrobních prostor, pracovních jednotek a zásobování. Správné plánování a uspořádání výrobních zařízení, skladů a pracovních procesů mohou vést ke snížení času a materiálových ztrát, což se projevuje výrazným snížením nákladů na výrobu (15).

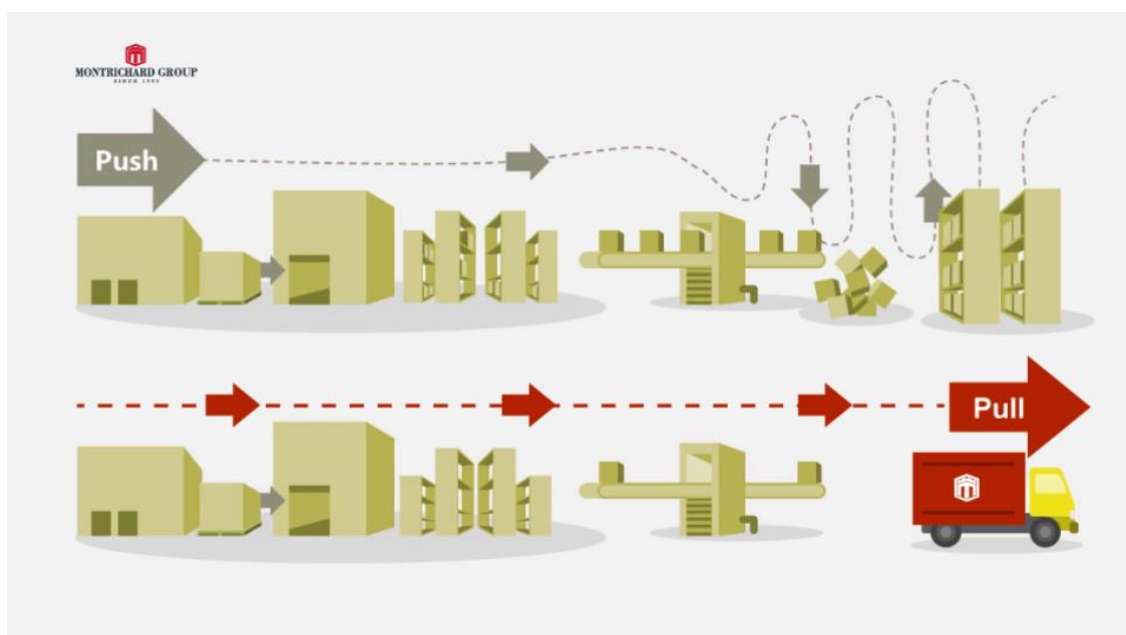
Při analýze materiálového toku pomocí shromažďování a zpracovávání informací je klíčové poznat reálný proces za účelem pochopení současných problémů (špatný tok, vysoká rozpracovanost, dlouhé časy, manipulace a další). Pro skutečné porozumění procesu je třeba podrobně rozkrýt všechny činnosti, které ovlivňují pohyb materiálu. Klíčový je pohyb materiálu od vstupu až po jeho výstup. Cílem analýzy materiálového toku je nalézt oblasti, kde dochází k nedostatkům (hromadění, úzká místa, jak dlouho jednotlivé operace trvají, defekty a další) a tyto nedostatky zlepšit. Zlepšení mohou zahrnovat změny v procesu, řízení zásob, uspořádání zařízení a další faktory, které pohyb materiálu ovlivňují (15).

2.4.1 Systém tahu v porovnání se systémem tlaku

Tradiční **systém tlaku** funguje principem, kdy v okamžiku, kdy je materiál k dispozici, je „tlačen“ na další pozici směrem od začátku do konce, bez ohledu na to, co se děje v dalších operacích procesu (dostupnost vstupů spouští práci). To v mnoha případech vede k nadprodukci a prodlevě dodávek. V úzkých místech, kde následující procesy nejsou

schopny držet krok s předchozími, vzniká tlak na výrobu z důvodu předchozí nadvýroby, jelikož je výroba založená na předpovědi poptávky, nikoli na základě potřeb trhu (6).

Systém tahu pak ve výrobě odstraňuje plýtvání, které vzniká u systému tlaku. Ve výrobním prostředí vyrábí komponenty ve vazbě na spotřebě či požadavcích zákazníků. V oblasti řízení materiálu se zásoby odebírají podle potřeby pro konkrétní operaci a materiál se uvolní pouze tehdy, když je iniciována jeho potřeba dalším uživatelem. Systém tahu však není ideální pro každý druh podniku. Není vhodná volba pro podniky, které vyrábí pouze jeden druh výrobku nebo pro podniky, kde dochází ke značným sezónním výkyvům poptávky. Nejvýhodnější je tento systém pro společnosti, které nabízejí širokou škálu produktů a kde je stabilní poptávka po celý rok (16). Obecné systémy tahu snižují a stabilizují průběžnou dobu procesu prostřednictvím řízení rozpracovanosti (WIP). Výhodou systému tahu je finanční úspora (snížení hladiny rozpracovanosti), rychlost, zlepšení kvality, propustnost, snadné řízení a robustnost (6).



Obrázek č. 3: Systém tlaku vs. systém tahu
(Zdroj: 17)

2.4.2 Just-in-time

Just-in-time, zkráceně JIT, v překladu znamená právě včas. Tento přístup k výrobě se snaží minimalizovat zásoby, neboť jsou považovány za plýtvání. Z toho důvodu je cílem

dodávat materiál přesně včas, aby byl použit v procesu bez nutnosti skladování a s tím spojených nákladů. Ideálně by materiál byl přivezen a okamžitě využit v procesu, a hotový výrobek by ihned putoval k zákazníkovi bez tvorby zásob. Tento přístup se nejvíce hodí pro společnosti s konstantní poptávkou po širokém sortimentu výrobků, zatímco pro podniky s jedním druhem výrobku nebo s výraznými sezónními kolísáními poptávky se tato strategie pravděpodobně nevyplatí. Při použití JIT dodávek je ideální, když je dodavatel co nejbližší, aby bylo možné časté dodávky. Když se zachovávají částečné skladové zásoby, je další objednávka iniciována až po úbytku zásob na určitou hranici, což zajišťuje šetření místem a nákladů (18).

U JIT leží velká zodpovědnost na dodavateli a přepravních společnostech. Je tedy nezbytné, aby podnik měl dlouhodobě prověřeného dodavatele, který dokáže flexibilně reagovat na požadavky zákazníka a garantovat i požadovanou kvalitu. Jak již bylo zmíněné v odstavci výše, je dobré, aby dodavatel byl co nejbližší, skrze častější dodávky, ale i proto, že přepravní vzdálenost by mohla mít vliv na kvalitu dodávky (18).

2.4.3 Kanban

Kanban lze označit za japonskou verzi Just-in-time a je i na jeho principech postavený. Jedná se o autoregulační systém řízení výroby, kdy jeho nejčastěji používanou formou bývá karta či kus papíru, který nese informace, jež lze rozdělit do tří kategorií: informace o vyzvednutí, informace o přenosu a informace o výrobě (19). Pro obstarání určitého typu materiálu je stanoven limit kanban karet, který odpovídá povolené úrovni zásob pro rozpracované díly i hotové výrobky. Pokud se zásoby tohoto materiálu na pracovišti začnou snižovat, je automaticky spuštěna objednávka pro tento materiál a spolu s objednávkovou kanban kartou se odešle i prázdný dopravní prostředek, který slouží k přepravě materiálu na pracoviště, kde je materiál vydáván. Jakmile kanbanová karta dorazí na pracoviště, pracovníci doručí požadované množství materiálu a následně kartu vrátí zpět odběrateli. Dodržení časového limitu a správného množství jsou klíčové pro úspěšné splnění objednávky. V případě, že se objeví více objednávek současně, platí zde systém FIFO – ten, kdo dorazil první, první také odchází. Regulace rozpracovaných zásob rozpracované výroby lze provést změnou počtu kanbanů v oběhu (8).

2.4.4 Systém FIFO

Akronym FIFO (z anglického First In-First Out) označuje systém řízení, kde je dodržováno pravidlo první dovnitř-první ven. FIFO metoda zajišťuje dodržení správné posloupnosti položek při výrobě. První položka vstupující do procesu musí být také tou první, která z něj vychází, a žádná položka nemůže být přeskočena či přesunuta na jiné místo ve frontě. Aby se předešlo plýtvání a nadbytečné produkci, má FIFO řada stanoven limit pro maximální počet položek, které může obsahovat. Pokud je fronta plná, musí se zastavit předchozí procesy, aby se fronta nezvětšovala. Uživatelé by měli mít jednoduchý přehled o tom, které položky mají zpracovat, zatímco následující procesy již jen zpracovávají položky přicházející z předchozích procesů (20).

2.4.5 Supermarket

Termín "supermarket" byl převzat z tradičních obchodních supermarketů do kontextu výroby. Výrobní supermarket je série souběžných FIFO řad, které jsou přístupné stejným způsobem, ačkoliv jsou organizovány podle konkrétních výrobků. Každé odebrání produktu nebo položky ze supermarketu signalizuje potřebu jejího doplnění pomocí kanbanové karty. U systému supermarketu je, stejně jako u FIFO, cílem vyvarovat se nadvýrobě. Úspěšné nastavení a řízení tohoto systému vyžaduje více úsilí a pozornosti. FIFO a supermarket systémy mohou být vzájemně kombinovány, aby vytvořily uzavřené materiálové a informační obvody pro výrobní procesy (20).

10 případů, kdy využít supermarket:

1. Supermarket pro výrobní dávky různých velikostí v závislosti na specifických procesech
2. Supermarket při předávání materiálů přímo zákazníkům
3. Supermarket při rozdělení materiálových toků do různých směrů
4. Supermarket při velmi rozdílném cycle time
5. Supermarket pro různou směnnost práce
6. Supermarket při výrobě různých variant výrobků
7. Supermarket při spojení materiálových toků v různých procesech
8. Supermarket u velkých vzdáleností mezi jednotlivými procesy
9. Supermarket při požadavcích na vysokou flexibilitu a krátké reakční časy

10. Supermarket při změně odpovědnosti v rámci výrobního procesu (20)

2.5 5S

Jedním ze základních nástrojů, který se ve štíhlé výrobě používá, je metoda 5S. Při zavádění prochází pracoviště postupnou změnou, na které by se v ideálním případě měli podílet všichni pracovníci, kteří v tomto prostoru pracují (21).

5S se skládá z:

1. **Seiry (Sort, Vyřídí):** Na pracovišti se provede úklid a odstraní se všechny předměty, které nejsou potřebné pro aktuální výrobní operace. Následně se určí pouze nezbytné pomůcky a zařízení, které jsou nutné pro efektivní výrobu. Cílem je minimalizovat zbytečnou zátěž a zlepšit přehlednost a organizaci pracoviště. Vylučují se všechny zbytečné položky, nejen zásoby, aby se zlepšila přehlednost na pracovišti. Nepotřebné předměty mohou komplikovat proces navrhování nového uspořádání pomůcek a zařízení (21).
2. **Seiton (Set in order, Uspořádej):** Je důležité na pracovišti správně uspořádat všechny potřebné položky a přiřadit jim přesná místa pro uložení a označení, aby byly snadno nalezeny a uloženy na správném místě (21).
3. **Seiso (Shine, Vyčisti):** Je důležité, aby na pracovišti a v celém podniku bylo udržováno čisté a přehledné prostředí. To neplatí pouze u podniků, kde je čistota klíčová, ale také u těch, kde je vyráběno. Udržování čistoty a pořádku významně přispívá k výrobě kvalitních výrobků tím, že zabraňuje hromadění odpadu, prachu a nečistot, což zase znamená úsporu času a práce. Dále, kontrolou prostředí lze odhalit nedostatky v údržbě nástrojů a strojů, které mohou vést k problémům při výrobě (21).
4. **Seiketsu (Standardize, Standardizuj):** Pomocí vizuálního managementu a pracovních instrukcí zajistit udržení nastavení předchozích bodů – třídění, uspořádání a čišění (21).

5. **Shitsuke (Sustain, Udržuj):** Logické vyústění celé snahy je udržení nastavených procedur za účelem zvyšování produktivity, kvality, dodržování disciplíny a pořádku. K ověření funkčnosti lze využít 5S audity, které provádějí pracovníci samostatně (může to být například i u přebírání směn). Standardy se mohou měnit na základě podnětů. Což podporuje proaktivitu jednotlivců a jejich zapojitelnost (21).



Obrázek č. 4: 5S
(Zdroj: 22)

2.6 DMAIC

Tato metoda se zabývá problémy, které v podniku vznikají. Využívá k tomu nástroje a techniky tak, aby se přišlo na trvalé řešení, které tyto problémy minimalizuje nebo úplně odstraní. Konečné řešení se zaměřuje na kořenovou příčinu. Na metodu DMAIC se

pohlíží stejně jako na proces, kdy vstupem do tohoto procesu je problém a výstupem zase řešení problému (23).

Pro úspěšné zavedení změny je formulováno 5 fází, ze kterých vznikl i název této metody:

1. **D – Define** (definovat): Nejprve se definují cíle, získávají informace, určí se tým pracovníků a popíše se stav, který má být dosažen. Je také definován plán a činnosti, které zahrnují jednotlivé činnosti, jež jsou nutné k eliminaci problému. „*Cílem fáze Definování je jasné vymezení toho – co, kdo, proč, s kým, jak moc a do kdy – bude zlepšováno*“ (24).
2. **M – Measure** (měřit): Dále, aby se nepracovalo s domněnkami ale se skutečností, následuje předem měření pomocí předem definovaných metod a měřitelných ukazatelů. V tomto bodě je cílem sběr a vyhodnocování informací o aktuální situaci (24).
3. **A – Analyze** (analyzovat): V tomto bodě se naměřené/zjištěné informace podrobně analyzují a zkoumá se potenciál ke zlepšení. Určují se zde rozhodující vstupní faktory, které ovlivňují výskyt nedostatků. Zjišťuje se, zda je řešen kořenový problém a dále příčiny problémů, nedostatků, nespokojenosti atd. (24).
4. **I – Improve** (zlepšovat): Tento bod je zaměřen na odstranění opravdové příčiny a nastavení nových parametrů procesu, i jeho optimalizace. „*Cílem fáze Zlepšení je vytvořit, vyzkoušet a implementovat řešení, která odstraňují hlavní příčiny vzniku vad*“ (24).
5. **C – Control** (řídit): Jakmile je problém úspěšně eliminován, případně docíleno zlepšení, je nutné všechny provedené změny zavést a standardizovat je do procesů a/nebo systému. Důležité je také zjistit, jestli jsou změny řádně uplatňovány, a to i v rámci kontroly jejich přítomnosti v obvyklých denních činnostech. Cíl v této fázi je zabezpečit trvalé uchování zlepšeného stavu (24).

2.6.1 SIPOC

Ve štíhlém řízení se konflikty mohou vyskytnout v rámci všeho, co neodpovídá požadavkům zákazníka. To může zahrnovat dlouhé dodací lhůty, nedostatečnou konzistenci výrobků, vysoké náklady nebo špatnou kvalitu. Předtím, než se začnou řešit tyto problémy, je nutné zhodnotit celkový proces, tj. od dodavatele až po zákazníka, aby se zjistilo, jak organizace aktuálně uspokojuje potřeby zákazníků. Tento celistvý pohled může poskytnout nástroj fáze „define“ – SIPOC diagram, který identifikuje proces směrem od dodavatele až k zákazníkovi. Existuje i varianta COPIS, jenž je v opačném směru, tedy ze směru od zákazníka k dodavateli (25).

SIPOC je akronym skládající se z počátečních písmen anglických slov, kterými jsou:

- S – Suppliers (dodavatelé)
- I – Inputs (vstupy)
- P – Process (procesy)
- O – Outputs (výstupy)
- C – Customers (zákazníci) (26)

Tabulka č. 1: SIPOC

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 26)

S	I	P	O	C
Kdo dodává?	Co dodává?	Proces	Co (zákazník) obdrží?	Komu se dodává?
Kdo je dodavatelem?	Co je vstupem procesu?	Popis způsobu výroby	Co je výstupem?	Kdo je zákazníkem?
Např. skupiny, jednotlivci, oddělení...	Např. materiál, informace...	Např. pracovní kroky, pozice...	Např. informace, produkt...	Např. interní, externí...

Tento diagram poskytuje ucelený přehled o vztahu mezi pěti subjekty a zlepšuje porozumění procesu, jeho zákazníkům a dodavatelům. Dále pomáhá identifikovat klíčové oblasti, které je třeba měřit, aby bylo možné zjistit příležitosti ke zlepšení. Nejčastějším ztvárněním je tabulková forma, kde každé písmenko má vlastní samostatný sloupec

s informacemi. Do sloupců se zaznamenávají informace zobrazené v tabulce č. 1 (26).

Metoda SIPOC diagramu poskytuje komplexní přehled o procesu a je užitečná pro vizuální zobrazení základních prvků zkoumaného procesu. Je důležité najít správnou míru, aby SIPOC diagram nebyl příliš obecný a časově náročný, ani příliš úzký a nezahrnoval všechny prvky související se zkoumaným problémem. Tento krok je nezbytný k tomu, aby byla definice projektu správná. Je nutné si uvědomit, že tento postup pouze přináší popis a informace o fungování daného procesu, ale nepomáhá s nalezením a určením existujícího problému (25).

2.7 Paretovo pravidlo

Vilfredo Pareto prostřednictvím svého socio-ekonomického výzkumu zjistil, že rozdělení příjmů a bohatství není vyvážené, když 20 % populace vlastní 80 % bohatství. Tento výsledek se často označuje jako pravidlo 80/20, i když Pareto sám toto pravidlo nikdy explicitně neformuloval. Tato nerovnoměrná závislost se vyskytuje ve všech oblastech lidské aktivity (27).

Paretovo pravidlo, nebo také někdy Paretův princip, lze v rámci metodiky Lean Six Sigma interpretovat tak, že hlavní množství důsledků bývá nahromaděno do malého množství rozhodujících příčin (80 % výstupu je výsledkem 20 % vstupů) (6).

Příklady možného využití v praxi mohou být:

- analýza příčin defektů
- analýza nestability procesů
- hodnocení dodavatelů (6)

2.8 Zlepšování procesů

V hodnotovém řetězci výroby se vyskytuje až 99,99 % plýtvání, které nezvyšuje hodnotu produktu. Při analýze procesů výroby nebo poskytování služeb se často zjišťuje, že jen velmi malá část času a úsilí skutečně přidává hodnotu pro zákazníka. Většinu času a úsilí

tvoří činnosti, které nejsou pro zákazníka důležité a jsou považovány za plýtvání. Tento trend je obvykle způsoben neefektivními procesy, nedostatečnou organizací a neoptimalizovaným využíváním zdrojů. Když se měří, kolik času se skutečně věnuje zakázce a přidává jí hodnotu, zpravidla se ukáže, že jde o záležitost minut či hodin. Poměr přidávajícího a plýtvajícího času se pak často pohybuje v rozmezí od 0,01 do 0,00001, kdy vše, co chybí do hodnoty 1 je oním plýtváním. To znamená, že téměř veškerý čas a úsilí je plýtváním, které nezvyšuje hodnotu produktu (28).

Zlepšování procesů se zaměřuje na následující oblasti:

- zvýšení průtoku úzkých míst
- snížení proměnlivosti nestabilních procesů
- zeštíhlování – snížení plýtvání v procesech
- výrobky a procesy, které splňují očekávání zákazníka
- nové výrobky a inovace procesů, které přináší zlepšení
- pracovní prostředí, které způsobuje nadměrnou fyzickou námahu nebo nutnost zvýšené koncentraci a tím zvyšuje i riziko chyb
- procesy, které nejsou efektivní a nedosahují nastavených/plánovaných cílů (28)

2.8.1 Potenciál zlepšení

Potenciál zlepšení představuje metodu pro dynamické a praktické řešení manažerských úkolů. Tyto úkoly zahrnují například úspěšnou realizaci inovačních projektů, aktualizaci firemní strategie, zvyšování výkonnosti podnikových procesů, nastavení parametrů podpůrných procesů v souladu s hlavními procesy a také měření a hodnocení výkonnosti zaměstnanců (29).

Potenciál zlepšení se dá dle Pavla Učně (2008) interpretovat tímto způsobem:

- a) **Absolutní potenciál zlepšení:** Jedná se obvykle o strukturovaný popis nejlepšího možného způsobu, jak daný proces v podniku realizovat. Tento popis se soustředí převážně na klíčové aktivity procesu, které splňují minimálně jednu z následujících podmínek: podmiňují produktivitu procesu, přidávají hodnotu procesu, podporují spolupráci, pomáhají dosáhnout nebo udržet

konkurenceschopnost, představují rozhodující faktor v nákladech procesu (zdroj úspor) nebo mají významné dopady na efektivitu procesu (29).

Absolutní potenciál zlepšení procesů v podniku je omezen limity, které zahrnují veškeré faktory, jež brání nebo by mohly bránit dosažení maximálního potenciálu výkonnosti procesů. Tyto limity jsou rozděleny do několika kategorií:

- **Interní hmotné** (např. nedostatečná výrobní technologie, nedostatečná kapacita pracovníků)
- **Interní nehmotné** (např. nevhodná firemní kultura, personální nebo cenová politika)
- **Externí hmotné** (nedostatek surovin, nestabilní trh s daným produktem, špatné logistické řešení)
- **Externí nehmotné** (např. kulturní bariéra, různorodá legislativa a standardy v daném odvětví) (29)

b) Reálný potenciál zlepšení: představuje zaměření na dosažitelnou výkonnost firemních procesů v krátkodobém a střednědobém horizontu. Proces se realizuje definováním klíčových atributů výkonnosti stěžejních aktivit v rámci jednotlivých procesů a prostřednictvím projektů, úkolů, organizačních změn a dalších opatření, které umožní posun z aktuálního stavu směrem k cílovému reálnému potenciálu zlepšení. Na rozdíl od reálného je absolutní potenciál zlepšení nedosažitelnou metou, která stanovuje dlouhodobou strategii a směřování firmy (29).

V případě, že reálný potenciál zlepšení je definován správně, jeho dosažení podniku přináší prospěch, který je definován formou efektů, jež se dělí na:

- **Tvrdé efekty:** Lze je vyjádřit číselně (je možné je převést na finanční efekt za určité časové období).
- **Měkké efekty:** Jsou efekty, které přináší požadované zlepšení, avšak jejich finanční vyjádření je problematické až nemožné. Pokud je měkký efekt formulován správně, s časovým odstupem se projeví jako efekt tvrdý, a to alespoň nepřímo (29).

Inovační záměr nemůže být založen pouze na měkkých efektech, ale k dosažení tvrdých efektů jsou ty měkké nezbytné (29).

3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato část diplomové práce obsahuje představení společnosti, portfolia výroby, výrobního procesu, a především analýzu současného stavu s celkovým zhodnocením. Analýza je provedena pomocí metody DMAIC. Konkrétně v této části práce jsou rozebrány fáze Define (SIPOC, modely), Measure (sběr dat) a Analyze (výroba vs. balení, balancování, plýtvání a překročení targetu).

3.1 Představení společnosti

Inventec (Czech), s. r. o. je součástí Inventec Corporation, který se zabývá výrobou a vývojem produktů elektroniky a informačních technologií. Taiwanská společnost byla založena v roce 1975 a v současné době zaměstnává více než 31 000 zaměstnanců. Hlavní sídlo firmy leží ve městě Taipei. Nyní společnost provozuje 8 výrobních areálů a 10 inovačních center po celém světě. Výrobní závody produkují ročně celkem přes 100 milionů kusů elektroniky, která je dodávána pro největší světové značky počítačových technologií, jako je Apple, Acer, Fujitsu, Hewlett-Packard a další (30).

Inventec ve světě



Obrázek č. 5: Inventec ve světě
(Zdroj: 30)

V České republice firma sídlí již od roku 2006 v Modřicích u Brna, kde vyrábí počítačové servery pro společnost HPE. V roce 2019 se společnost rozrostla i do brněnské Slatiny,

kde se zabývá výrobou počítačů a PC komponentů Fujitsu. Dalším významným milníkem společnosti je rok 2023, kdy společnost ve Slatině rozjíždí automotive výrobu na SMT lince (30).

Tabulka č. 2: Základní informace o společnosti

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 30)

Název společnosti	Inventec (Czech), s.r.o.
Forma obchodní společnosti	Společnost s r.o.
IČO	26919389
Základní kapitál	68.0 milionů Kč
Adresa	Evropská 863, 664 42 Modřice
Předmět podnikání	výroba, obchod a služby
Jednatelé	John William Busby, Tseng Kuang Chao, CHIH AN TSAI

3.1.1 Portfolio výroby

Společnost Inventec (Czech), s.r.o. má v portfoliu:

- a) Sériovou výrobu
 - standardní modely
- b) Volitelnou konfiguraci výrobků
 - specifické modely
- c) Servis náhradních dílů
 - posouzení záruky
 - testování
 - opravy reklamací
 - vratky dodavatelům
- d) Současně se spuštěním výroby
 - Expedice příslušenství, upgrade
 - Expedice náhradních dílů – do 5 let po ukončení masové výroby (30)

3.1.2 Organizační struktura

Ve společnosti je využívána hierarchická organizační struktura, která je specifická i tím, že některé oddělení, jež jsou v obrázku dole zobrazeny oranžově, jsou sdílené pro obě pobočky tj. ve Slatině i Modřicích. Zároveň však má každá pobočka i oddělení vlastní.



Obrázek č. 6: Organizační struktura
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Hlavní oddělení společnosti:

- Facility and Health and Safety oddělení
- HR a tréninkové oddělení

- Sklad
- IT oddělení
- Process and Lean Continuous Department
- Produkční oddělení
- Oddělení kvality
- Oddělení nákupu
- Oddělení nepřímého nákupu
- Oddělení plánování
- Oddělení Mechanical Engineering
- Oddělení Technical Engineering
- Projektové oddělení
- Finanční oddělení

Řešení diplomové práce se bude týkat především produkčního oddělení, které bude vyrábět novým způsobem, plánování, jelikož se změní hodinové výstupy, HR skrze požadavky na lidi a Process and Lean Continuous oddělení, jež má na starosti vytvoření, změnu, sledování a údržbu procesu.

3.1.3 Zaměstnanci

V roce 2023 Inventec (Czech), s.r.o. (dále jen “Inventec”) v České republice zaměstnává okolo 590 zaměstnanců, čímž se řadí mezi velké podniky. Pro realizaci zakázek využívá kromě kmenových zaměstnanců i agenturní pracovníky, externí pracovníky a brigádníky. V současnosti plánuje společnost přijímat nové pracovníky především pro nový automotive projekt a také kvůli plánovanému růstu společnosti (30).

Ve své práci se budu zabývat především operátorskými pozicemi, které jsou v přímém kontaktu s produkty a na ně navázanými procesy. Všichni operátoři jsou zaškolováni trenérským oddělením na konkrétní pozice a s nimi spojené operace pomocí tzv. skill matrixu. Základním školením na dvě nejjednodušší pozice procházejí všichni zaměstnanci, včetně agenturních pracovníků a brigádníků. Zpravidla čím déle zaměstnanec ve společnosti pracuje, tím více pozic zná a operace zvládá rychleji a kvalitněji. Naproti tomu brigádník, který je flexibilní pracovní silou, kolikrát tyto zkušenosti nenabude z důvodu krátkého působení ve společnosti.



Obrázek č. 7: Inventec Slatina
(Zdroj: 30)

3.1.4 Zákazník

Ve slatinské pobočce, kterou se budu ve své diplomové práci zabývat, je hlavním zákazníkem společnost Fujitsu. Fujitsu bylo založeno v roce 1935 v Japonsku. Jedná se o globálního lídra v oblasti informačních a komunikačních technologií a obchodních řešení. K březnu 2022 zaměstnává 124 200 zaměstnanců ve více než 70 zemích. Řadí se mezi čtvrtou největší IT firmu na světě a první v Japonsku. V České republice se společnost Fujitsu spojila se společností Siemens AG v roce 1999. Mezi nejvíce prodávané produkty Fujitsu patří kromě služeb i notebooky, PC sestavy, komponenty, servery, monitory a další příslušenství. V Inventecu v Brně-Slatině se pro Fujitsu montují PC sestavy a servery. Konkrétní modely jsou například: Esprimo P, D a G, Celsius R nebo Futro S, které budu ve své práci analyzovat (30).

3.1.5 Politika společnosti

Inventec (Czech), s.r.o. se zaměřuje na 7 klíčových pilířů, které tvoří politiku společnosti. Řadí se mezi ně:

1. Spokojenost zákazníků

Společnost se zavazuje usilovat o dokonalost při výrobě každého produktu či poskytování služby pro plnou spokojenost zákazníků. Cílem je kompletní standardizace procesů, řízení, kontrola, kvalita a rychlost společně se správnými

rozhodnutími a investicemi, zefektivnění provozu a přijetí inovačních postupů od zákazníka a inspirace k neustálému zlepšování (30).

2. *Bezpečnost práce a ochrana zdraví*

Firma poskytuje, udržuje a zlepšuje bezpečné pracovní prostředí pro všechny své zaměstnance (30).

3. *Bezpečnost informací a GDPR*

Inventec (Czech), s.r.o. usiluje o neustálé zlepšování systému řízení a výkonnosti organizace v oblasti bezpečnosti informací včetně ochrany osobních údajů (GDPR) a kybernetické bezpečnosti (30).

4. *Pracovní a lidská práva zaměstnanců, etika*

Důraz společnost klade i na lidská práva zaměstnanců a etiku. Rozmanitost, spravedlnost, rovnost odměňování, tým bez předsudků a kultura se silným etickým kodexem patří mezi hlavní filozofie firmy. Zaměřuje se také na rozpoznávání a rozvoj talentů s důrazem na certifikaci, rozvoj lidí a školení v oblasti sociální odpovědnosti a požadavků standardů RBA a SA8000. Společnost netoleruje diskriminaci, obtěžování, kruté či nelidské zacházení ve vztahu k zaměstnancům. Nevyužívá a nepodporuje dětskou práci či nucenou a povinnou práci, naopak respektuje svobodu sdružování a kolektivního vyjednávání (30).

5. *Kultura společnosti*

Společnost usiluje o neustálé zlepšování na základě měřených ukazatelů výkonnosti a síly v rámci finanční výkonnosti a zajištění efektivního pracovního prostředí se smysluplným využitím konceptů Průmyslu 4.0 / Štíhlá výroba (30).

6. *Hospodaření s energií*

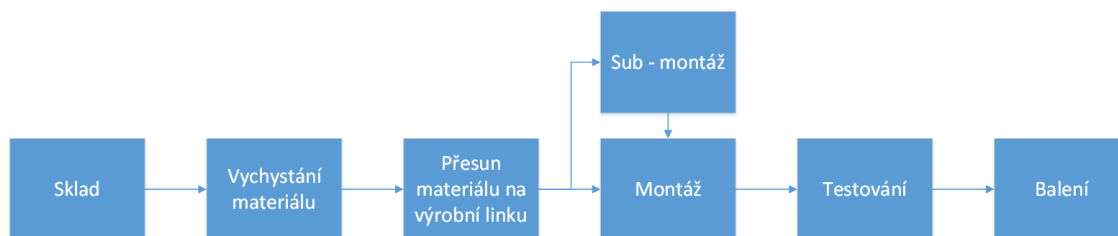
Firma zajišťuje potřebné informace a zdroje k neustálému zlepšování energetické hospodárnosti společnosti prostřednictvím plnění cílů a dosahování úspor, v souladu s platnou právní legislativou a požadavky zákazníka ve vztahu k energetické účinnosti procesů nezbytných k výrobě produktu (30).

7. Životní prostředí

V rámci své činnosti společnost myslí i na neustálé zlepšování systému řízení a výkonnosti organizace v oblasti ochrany životního prostředí včetně prevence znečištění, primárně se zaměřením na kontrolu emisní stopy, řízení odpadového hospodářství a nakládání s pitnou vodou (30).

3.2 Výrobní proces

Slatinská pobočka je specifická od všech ostatních tím, že jako jediná vyrábí pro zákazníka Fujitsu. Výrobní proces v Brně-Slatině má následujících 6 klíčových kroků:



Obrázek č. 8: Výrobní proces
(Zdroj: Vlastní zpracování)

1. **Skład:** Jako první při příjezdu materiálu jde materiál na příjem, při kterém se zaeviduje, zkontroluje z hlediska kvantity i kvality a pokud je vše v pořádku, tak se zaskladní. Výjimkou mohou být speciální případy, např. v zimě, kdy se určitý druh materiálu musí po příjmu zablockovat do karantény, která zpravidla bývá mezi 6-24 hodinami a zaskladnit se může až poté. Zaskladňuje se systémem FIFO, aby materiál nezastarával.
2. **Vychystání materiálu:** Jakmile je materiál zaskladněn, tak se čeká na objednávku. Pokud přišla od zákazníka objednávka a je na ni všechen potřebný materiál, dochází k tzv. picknutí, kdy sklad materiál na danou objednávku vybalí a vychystá na určené místo.

3. **Přesun materiálu** je rozdělen do tří částí, tj. materiál na výrobní linku, materiál na balící linku, HV (high value) materiál a kanban. Na pracovišti HV se připravují základové desky počítačů na výrobní linku tak, že se do nich vkládá procesor (CPU). Takto připravené základové desky se ve speciálních táccích přepraví na hlavní výrobní linku.

Tabulka č. 3: Kategorizace materiálů

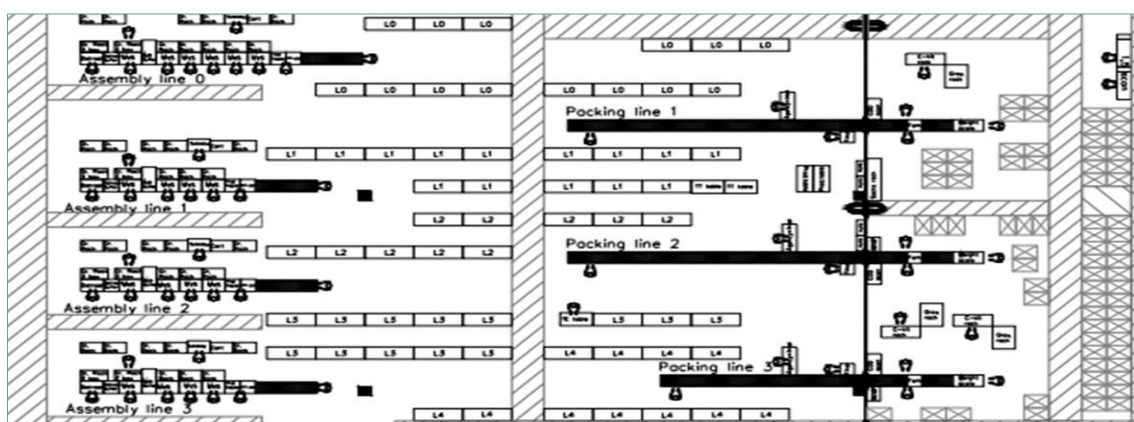
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Kategorizace materiálů			
High value materiál	Materiál na výrobní linku	Materiál na balící linku	Kanban
Procesor	Chladič	Kartony	Šroubky
M2 SSD disk	Kabely	Polystyrén	Nálepky
DIMM	Reproduktor	Pěny	Manuály
Základová deska	Teplo vodivé podložky		
WLAN	Chassis		
Flexi port			

4. Procesu a fungování výrobní linky/**montáže** se budu detailně věnovat v podkapitole 3.2.1.
5. Hotová jednotka putuje z výrobní linky do **testů**, kde probíhá nahrávání operačního systému a dalšího softwaru a zároveň také softwarová kontrola funkčnosti a prezence všech komponentů. V případě, že jednotka testem neprojde, musí zaměstnanec na pozici test technik zjistit příčinu problému a pokud možno také daný problém vyřešit. Jestliže problém není schopen vyřešit, jednotka putuje na pracoviště s názvem SWAP, kde ku příkladu mění chybné komponenty, jednotku tím dávají do bezchybného stavu a vracejí zpátky na přetestování.
6. Jednotka, která projde testováním, tak se přesouvá na **balící linku**. Ta má dvě části. První je v čisté zóně, kde se na jednotku lepí příslušné nálepky, např. s operačním systémem, druhem procesoru a tzv. rating labelem, který slouží k evidenci a jako nosič informací o daném kusu. Po nalepení probíhá vizuální kontrola a očištění. Zkontrolovaná jednotka poté putuje přes zed' z čisté zóny na

balicí linku, kde je zabalena nejprve do plastového sáčku a pak za pomoci polystyrénu či pěn vložena do krabice i s příslušenstvím. Následuje ještě kontrola pomocí váhy a konsolidace palety, která už je po zafóliování připravena rovnou k expedici.

Na obrázku č. 9 je layout výrobní haly. Dělí se na výrobní část (tzv. čistou zónu, která je specifická pro své fyzikální vlastnosti – počet prachových částic na metr krychlový, vlhkost, teplota atp.), která je na obrázku vidět vlevo. Rozdělena je zdí, na obrázku zobrazena svislou černou čarou, za kterou se nachází balicí a expediční část.



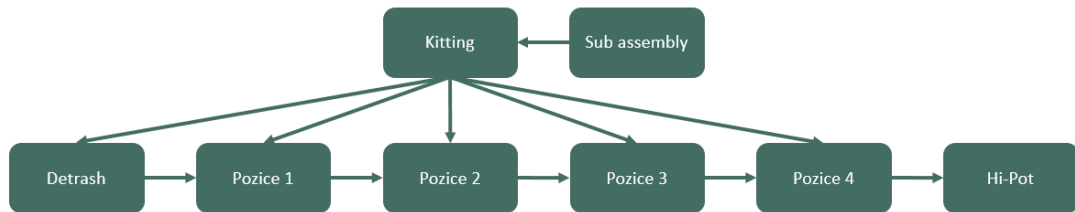
Obrázek č. 9: Layout haly
(Zdroj: 31)

Na hale se nacházejí 4 samostatné výrobní linky, každou z nich obsluhuje 7-9 operátorů, desítky testovacích míst a 3 linky balicí. Ve výrobní části jsou zakázány kartony a další prašné materiály, které by mohly narušit čistou zónu a udělat materiál nezpůsobilým k výrobě. Zároveň také na hale platí přísná ESD (elektrostatický výboj) pravidla, která by v případě jejich nedodržení mohla materiál zničit. Operátoři se dvakrát denně na ESD hodnoty testují pomocí ESD testeru. Nedílnou součástí výroby je také kvalita, která kontroluje všechny vizuální nedostatky a i v rámci správnosti zapojení jednotlivých komponentů. Určité procento z každé objednávky také putuje na kontrolu Ooba (out of box audit), kde probíhá simulace otevření a spuštění jednotky, jako by si ji přebíral zákazník. Součástí výroby je i pracoviště zvané Option, kde se k zakázkám dají doobjednat komponenty, které přijdou mimo jednotku nebo se zde vyrábí i komponenty na náhradní díly.

Na procesy ve skladu, výrobě, testech i na balící lince probíhají školení oddělením trenérů. Ve skladu a v testech probíhá školení přímo ve výrobním procesu, jelikož operace v těchto částech nejsou tak náročné, zaučení trvá kratší dobu a operátoři pracují samostatně, tzn. chyba nebo nízké tempo nezpomalí a neovlivní celou pasáž/linku. Zaučení na výrobní a balící linku probíhá mimo proces, a to na trénovacích linkách. Školení jsou rozdělena dle modelu na konkrétní pozici, ku příkladu: jak vkládat materiál, jak ho správně šroubovat nebo zapojit a další, co se na daném modelu a pozici provádí. Bez zaevidovaného školení operátor na linkách nemůže vyrábět/balit.

3.2.1 Výrobní proces linky

Po přesunu materiálu na linku se rozřadí na příslušná místa, odkud je následně v pravidelných intervalech/dle potřeby distribuován na pozice, kde se s ním dále pracuje. O tuto distribuci se stará operátor-kitter, který také může provádět drobné montáže, a to na pracovišti subassembly, které je umístěno právě mezi místy na materiál. Pozice s názvem detrash chystá chassis počítače pro další montáž na lince. Musí jej tedy odšroubovat, vyndat veškeré komponenty, které se nachází vevnitř, což mohou být například nohy či držáky, případně také odstranit ještě ochranné fólie apod. Také na jednotku umístí sériové číslo jednotky, které pak všechny další pozice vždy na začátku naskenují a na obrazovce před nimi se jim poté v systému otevře, jaký materiál do jednotky vstupuje a operace ve správném pořadí, které je potřeba dodržet ke správnému postavení jednotky. Operátoři skenují sériová čísla z komponentů nebo v případě některých operací či komponentů, které na sobě kód nemají, se skenují z obrazovky. Na pozici 1, až na výjimky, se montuje rovnou do chassis (počítačová skříň) základová deska a u větších jednotek či konfigurací s více součástkami má i jiné operace. Na pozicích 2-4 se dle modelů a konfigurací montují komponenty jako: chladič, SSD disk, DIMM, WLAN modul/antény, TPM a další. Pozice Hi-Pot pak zajišťuje první vnější i vnitřní kontrolu jednotky. Vnitřní kontrola obsahuje jak vizuální revizi, tak i zapojení jednotlivých komponentů. Vnější potom také vizuál celé jednotky a následný test na izolaci (pokud jednotka obsahuje zdroj). Na pozici jsou 2 operátoři, jeden z oddělení produkce a druhý z oddělení kvality.



Obrázek č. 10: Proces výrobní linky
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Konfigurace jednotek se dle obtížnosti rozřazují na: easy, medium, hard a extra hard. Materiál/komponenty se montují vždy na stejné pozici neohledě na konfiguraci a není možné je mezi pozicemi přehazovat. Jednak z důvodu, že by se jednotka nemusela dát fyzicky ani postavit, ale i systémově, kde se každý komponent skenuje a propisuje do databáze, což se za chodu linky nedá přenastavit. Zároveň také zůstává vždy stejné pořadí operací, pouze se v rámci konfigurací jednotlivé komponenty přidávají mezi tyto kroky. Na každé z pozic musí být alespoň jeden komponent, který se bude v jednotce nacházet pokaždé, tzn. v easy konfiguraci musí být na každé pozici vždy alespoň jedna operace.



Obrázek č. 11: Pozice na výrobní lince
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Na obrázku č. 11 je fotka výrobní linky, konkrétně pozice 3. Na lince na šedých pěnách jsou jednotky, které na nich putují po celou dobu procesu, až po balicí linku, kde se jednotka z pěny vezme a vloží do krabice. Slouží jak k přepravě, tak díky svému materiálu i k prevenci poškození. V rámci pracovišť funguje 5S. Na každé z pozic je pouze to, co člověk potřebuje, od materiálu, který jde do dané konfigurace, přes typ skeneru, až po šroubováky, typ bitu či jejich točivý moment. Na pozici 3 (viz. fotografie) jsou to skenery

na čárové a QR kódy, šroubováky s točivým momentem 2.5, 3.5 a 5 lb-in a šroubky v přihrádce typu C207. Zároveň je také kladen důraz na logické uspořádání využívaných položek, které jsou zároveň i lehce přizpůsobitelné na potřeby operátora. Pozice jsou opatřeny čtečkou karet, kdy se při vložení osobní firemní karty do čtečky zapnou/zprovozní veškeré elektronické příslušenství na pozici a operátor se přihlásí a je propsán do systému. Jakmile je operátor přihlášen, je u něj ověřeno, zdali je trenéry na daný model řádně proškolen a může model na příslušné pozici vyrábět. Rovněž se ověřuje, jestli v ten den operátor absolvoval ESD test. Pokud není splněna jedna z těchto podmínek, operátor nemůže na pozici vyrábět – systém ho nepustí. Všechny pozice mají ionizátor pro podporu antistatického prostředí. Na pozicích jsou umístěny i obrazovky, na kterých se zobrazují kroky, které musí operátor absolvovat ke správnému vyrobení jednotky. Každá z pozic má také svůj standard, který je zdokumentován a vyvěšen u dané pozice, kdy se musí vrátit vše do původního stavu, tzn. musí být i dodržován a je kontrolován.

Výroba i na to navázaný materiálový tok funguje principem **just in time**. Materiál je navezen na linku těsně předtím, než je linka připravena danou sekvencí vyrobit. Jednotky se nevyrábí dopředu, ale vždy až na poptávku zákazníka. Poptávka zahrnuje i konkrétní konfiguraci a druhy komponentů.

Každý model s určitou konfigurací potřebuje jiné typy šroubků a nálepek. Proces distribuce tohoto typu materiálu zajišťuje **systém supermarketu**. Jedná se o místo mimo výrobní linku, kde se nachází všechny druhy potřebného materiálu a slouží jaké odběrné místo. Doplnjuje se metodou **kanban** a to tak, že když je v krabici určená minimální hladina pro daný druh materiálu (vizuálně vyznačená hloubka v krabici, např. 3 cm), tak je to signál pro team leadera na doplnění krabičky s tímto typem šroubků. S metodou kanban se lze setkat i na balící lince v rámci obalového materiálu, manuálů apod.

Stejně tak, jako funguje **princip systému tahu** v celém výrobním/zakázkovém procesu, tak funguje i na lince. Jakmile je rozestaven dostatečný počet kusů, aby byly všechny pozice „zaplněny,“ tak podnět k posunutí na další pozici jde vždy směrem od konce, tzn. jakmile si z pozice 3 „odtáhne“ rozpracovaný kus pozice 4, tak teprve poté je to signál k tomu, aby si pozice 3 posunula k sobě kus z pozice 2. V ideálním případě a dobře

vybalancovaném procesu pak tímto způsobem jede celá linka kus-kus a nedochází k zastavování jednotlivých pozic.

Jakmile je v zakázce objevena chyba, je pomocí **andonu** zastavena linka a ihned se pracuje na nápravě tohoto problému (princip **Jidoka**). Může jít například o zašroubování komponentu špatným druhem šroubku. Znovu rozjetí linky je až po dořešení daného problému. Pokud se problém neodhalí/nezjistí na zakázce hned na začátku, jsou zkontrolovány i všechny dosud vyrobené kusy. U kusů materiálu, kde to lze zajistit, je využita metoda **Poka-yoke**. Tato metoda je použita například u chladiče, který lze vložit do základové desky pouze jedním způsobem, a to pomocí rozmístění děr na zašroubování v základové desce.

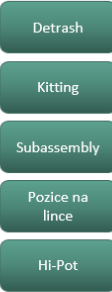
Ve společnosti se také koná každý kvartál událost **Kaizen**. Jedná se o praktický projekt, v rámci něhož se utvoří tým, který může být tvořen zaměstnanci napříč všemi odděleními. Tento tým řeší vybranou problematiku, kupříkladu: změna procesu vychystávání high value materiálu, řízení počtu zaměstnanců nebo optimalizace zásob obalového materiálu. Členů týmů může být maximálně 7 a je tvořen lídrem, co-lídrem, třemi členy, sponzorem a facilitátorem. Facilitátor má certifikát na lean nástroje, týmu tedy pomáhá s danými nástroji a tím zastřešuje projekt. Sponzor je zase navrhovatelem tématu daného projektu a udává jeho směr. Týmů a projektů je více, týmy pak mezi sebou soutěží. Hlavní část kaizenu probíhá 2 týdny, kdy první týden je přípravná část a druhá implementační. Následuje také několik dalších týdnů pozorování, vylepšování a pravidelné prezentace výsledků.

3.3 Analýza aktuálního stavu výrobního systému

Tato práce se zabývá štíhlým řízením výrobního systému, a to pomocí eliminace plýtvání. V současné chvíli dochází ve společnosti při výrobě malých jednotek modelů Fujitsu Futro S5011 a S7011 k přeplnění testů a zahlcení balících linek. To vede k prostojům a zastavení linek. Průměrné prostoje za měsíc způsobené přeplněnými testy tvoří 171 min. Cílem je eliminovat prostoje vzniklé nadměrnou výrobou a také plýtvání s nimi spojené.

3.3.1 SIPOC

Na obrázku č. 12 je zmapován výrobní proces pomocí nástroje SIPOC, který definuje všechny faktory, jež proces nějakým způsobem ovlivňují – dodavatele, vstupy, požadavky dodavatelů, výstupy, požadavky zákazníků a kdo je zákazníkem.

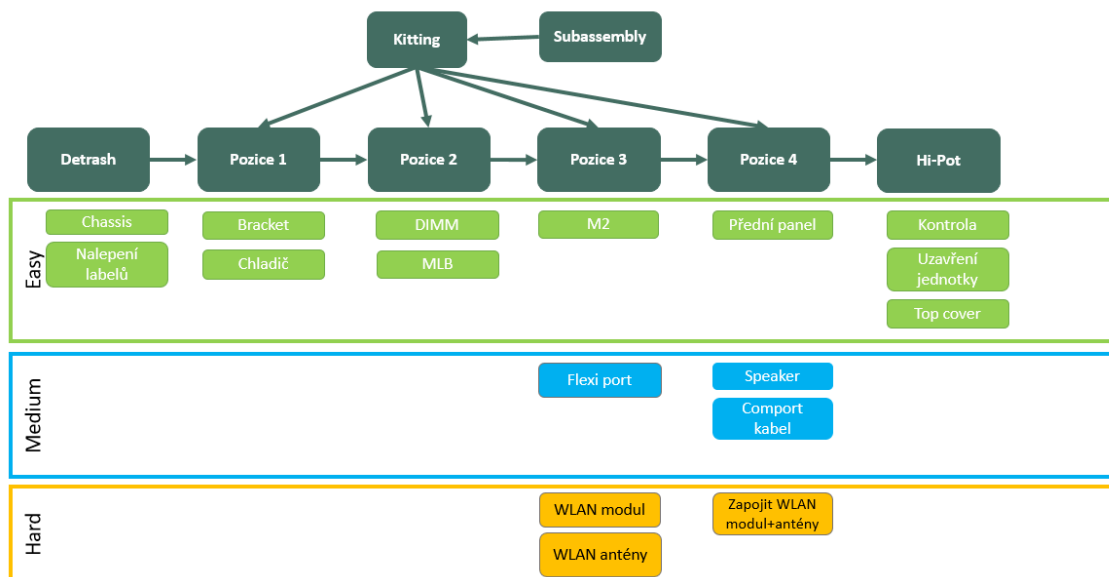
DODAVATEL (SUPPLIERS)	VSTUPY (INPUTS)		PROCESS	VÝSTUPY (OUTPUTS)		ZÁKAZNÍK (CUSTOMER)
	Input	Požadavek		Output	Požadavek	
Plánování	Zakázka	Dodržení výrobního plánu		Kvalitní výrobek	Bez kosmetického poškození nebo chybného zapojení	Kvalita
Sklad	Kompletní materiál			Dodržení výrobního plánu	Plynulý výstup linky	Plánování
HR	Operátor			Poškozené jednotky	Rychlá oprava jednotky kontrola ostatních jednotek na lince	Produkce
Training	Platné instrukce			Požadovaný počet kusů za hodinu	Dodržení targetu	Logistika
NPI	Vybavení linky			Nepoškozená jednotka a obalový materiál	Materiál pro/z výrobní i balící linky nesmí být poškozený	Zákazník
LEAN	Vybalancované operace na lince					

Obrázek č. 12: SIPOC
(Zdroj: Vlastní zpracování)

3.3.2 Modely

Modely, kterých se tento problém týká, jsou konkrétně Fujitsu Futro S5011 a S7011. Tyto dva modely mají totožný procesní postup výroby. Je to u zákazníků oblíbený typ počítače, jelikož je díky své velikosti velmi „skladný“ a podporuje funkci vlastní cloudové infrastruktury. V objemu výroby se tedy vyskytuje ve značném podílu, konkrétně přes 20 %.

I přes to, že jsou obecně ve výrobě 4 možnosti obtížnosti konfigurací, u těchto modelů jsou jen 3, a to easy, medium a hard (bez extra hard). Na obrázku č. 13 je graficky znázorněno, s jakým komponentem nebo částí počítače se na jaké pozici pracuje a do jaké obtížnosti konfigurace patří.



Obrázek č. 13: Zařazení komponentů do obtížnosti konfigurace
Zdroj: (Vlastní zpracování)

3.3.3 Sběr dat

Sběr dat bude probíhat dvěma způsoby:

V rámci náměrů operací a následného balancování bude využito natáčení operátorů přímo na lince. Natáčení bude prováděno v časovém rámci jednoho měsíce na několika rozdílných zakázkách, linkách a s různými konfiguracemi, aby byla data co nejpřesnější a nejkomplexnější. Tyto videa pak budou dále rozebrána tak, jak je ukázáno na obrázcích č. 14, 15 a 16, tzn. na začátku a na konci každé operace bude video zastaveno a čas ve videu bude zapsán do buněk v excelu, kde je připraven výpočetní vztah pro výsledný čas dané operace (obrázek č. 17). Ta je pak propsána k dané operaci, kde se veškeré zapsané časy zprůměrují. Natočeny a zpracovány budou obě směny a všechny linky v různých časech, aby byl výsledný čas co nejvíce vypovídající.



Obrázek č. 14: Začátek první operace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Začátek měření operace pro vložení zdroje začíná stopnutím videa ve chvíli, kdy operátor natahuje ruku k polici, odkud si zdroj vezme. Tento čas se zapíše.



Obrázek č. 15: Konec první a začátek druhé operace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Ve chvíli, kdy operátor ukončil vkládání zdroje a činí pohyb pro šroubovák je ukončena první operace a začíná druhá, tj. přišroubování zdroje. Tento čas je tedy zapsán dvakrát – jako konec první a začátek druhé operace.



Obrázek č. 16: Konec druhé operace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Jakmile operátor vrací šroubovák na místo, je ukončena operace přišroubování zdroje a tento čas opět zapsán.

	B	C	D	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	
1	Mat	Operace	6 Pozic	2022/10/18 - WG3092000778 EASY DS1									
51	I/O panel	Příšroubovat I/O panel k chassis	Detrash										
52	2nd HDD cage	Odšroubovat druhou klec na HDD	Detrash	11.00	11.51	11.73	12.50	8.63	12.32				
53	2nd HDD cage	Odložit druhou klec na HDD do vozíku/boxu	Detrash	3.76	3.07	3.75	2.76	2.76	3.01				
54	Unit	Posunout jednotku na další pozici	Detrash										
55	TL/SN	Naskenovat SN jednotky	Position 1										
56	PSU	Naskenovat zdroj	Position 1										
57	PSU	Vložit zdroj do chassis (pokud není součástí chassis)	Position 1	5.21						4.93	10.14		
58	PSU	Příšroubovat zdroj	Position 1	=AG58-AF58						10.14	42.77		
59	MLB	Zkontrolovat MLB	Position 1										
60	MLB	Naskenovat MLB	Position 1										
61	MLB	Nasadit MLB do chassis	Position 1										
62	MLB	Příšroubovat MLB do chassis	Position 1										
63	PSU	Zapojit zdroj do MLB	Position 1										
64	Ground contact	Naskenovat ground contact	Position 1										
65	Ground contact	Odšroubovat šroubky z ground contactu	Position 1 (sub)										
66	Ground contact	Vložit ground contact do chassis	Position 1										
67	Ground contact	Příšroubovat ground contact	Position 1										

Obrázek č. 17: Zapisování časů
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Údaje/časy jsou pak zapsány do tabulky, která obsahuje veškeré operace všech konfigurací, které lze na jednotce vykonat. Z jednotlivých naměřených časů je pak udělán průměr, který je dále brán jako čas dané operace.

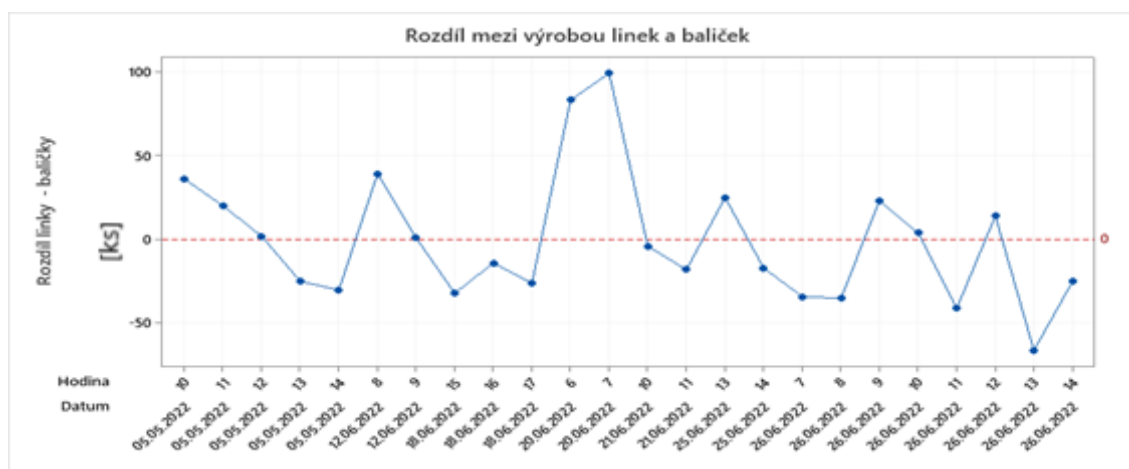
Dále budou zdrojem dat informace z podnikového informačního systému, kde budou například hodinové výstupy z linky, prostoje, obsazenost testů apod. Tato data budou přesná a nebude do nich vstupovat lidský faktor jako u zpracování videí. Budou sloužit

jak k porovnání časů a balancování dle náměrů versus realita, tak i k porovnání reálných stavů před a po změně.

3.3.4 Výroba vs. balení

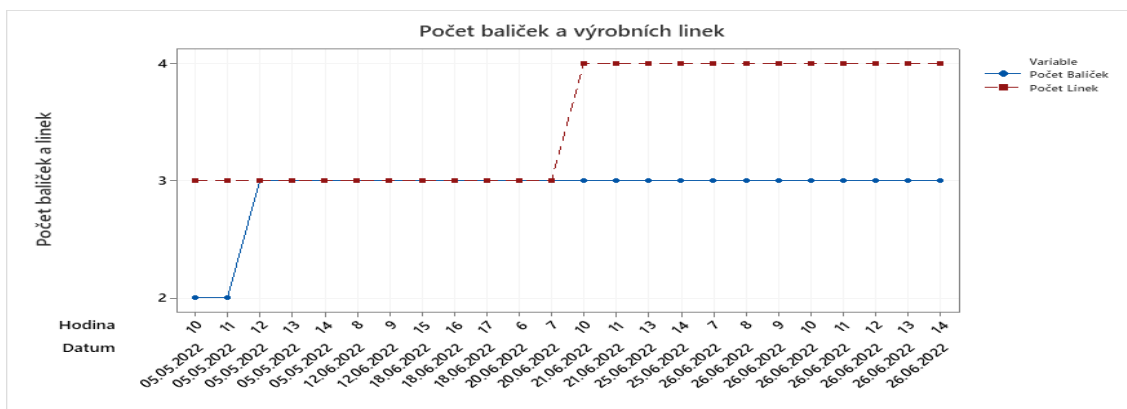
V této kapitole je porovnán rozdíl výrobních vs. balících linek. Data jsou nasbírána za měsíc květen a červen 2022, a to ve dnech, kdy se objevily prostoje kvůli plným testovacím místům. Měsíc květen a červen je taky dobrý vzorek z toho důvodu, že se hojně vyrábělo a byly využity všechny výrobní i balící linky v ideálním poměru tak, aby nám analýza potvrdila či vyvrátila, zda je problém v testech nebo balících linkách.

Na grafu č. 1 je znázorněn rozdíl mezi kusy, které vyrobila montážní linka a které zabalila balička. Kladné hodnoty zastupují počet kusů, o který vyrobila montážní linka více, než jich balička zabalila. Body v záporných hodnotách reprezentují počet kusů, o které zabalila balička více, než montážní linka stihla vyrobit.



Graf č. 1: Rozdíl mezi výrobou výrobních a balících linek
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Graf níže potom na stejných dnech ukazuje, jaký rozdíl byl mezi počtem aktivních montážních linek a aktivních baliček. V porovnání totiž jedna balička stihne zabalit více kusů, než je schopna vyrobit montážní linka. Nerozlišuje se také ani konfigurace, modely se balí stejně, což zajišťuje pro model jako takový stejný výstup z balící linky.



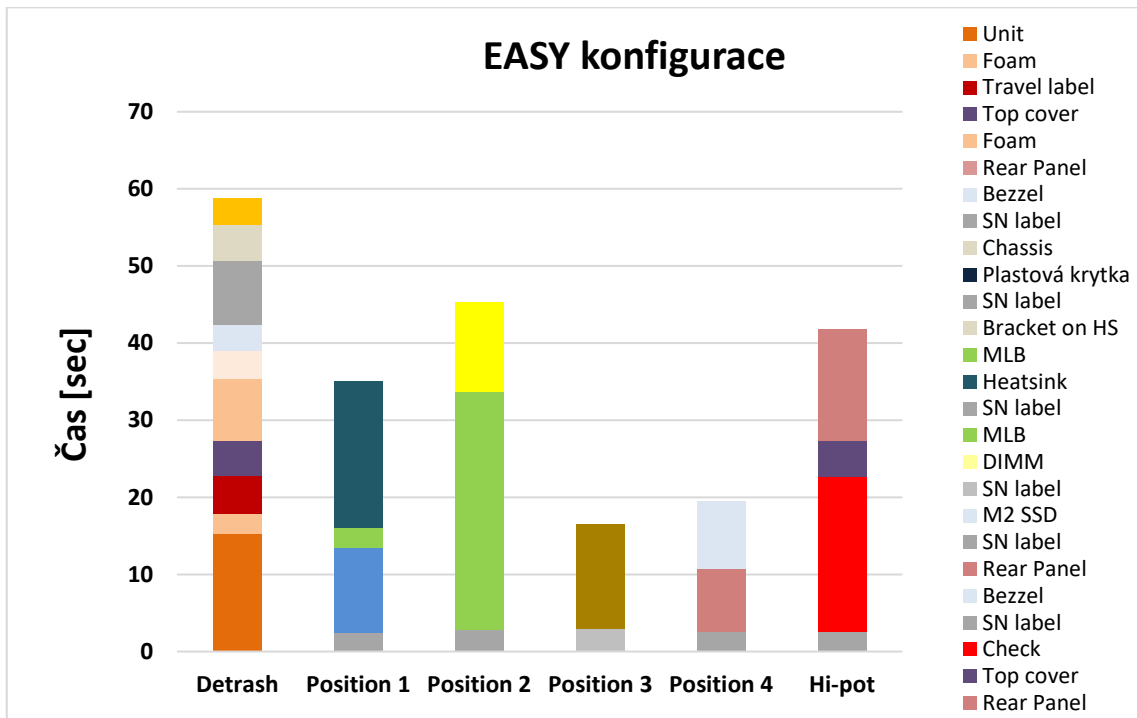
Graf č. 2: Počet aktivních balíčků vs. výrobních linek
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Poměr, ve kterém musí být montážní linky k balíčům, aby balíčky stíhaly balit to, co montážní linky vyrobí, jsou 3 montážní linky ku 2 balíčům. Nižší poměr, jako např. 3 ku 3 nebo 4 ku 3 už je ve prospěch balících linek, co do počtu možných vyprodukovaných kusů. Jak lze vyčíst z grafu, tento poměr byl zachován ve všech případech. Prostoje vznikaly i ve chvíli, kdy balíčka zvládala balit více, než montážní linky vyráběly (v grafu č. 1 vše pod nulovou linií). Toto porovnání potvrdilo, že je úzké místo/problém kapacita testů.

3.3.5 Balancování

Dle posbíraných a zpracovaných dat pomocí natáčení operátorů na lince, rozebrání videí a výpočtu času jednotlivých operací je v kapitole níže graficky a daty v tabulkách znázorněna časová náročnost a balancování na pozicích v jednotlivých obtížnostech konfigurací.

3.3.5.1 Easy konfigurace



Graf č. 3: Balancování easy konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

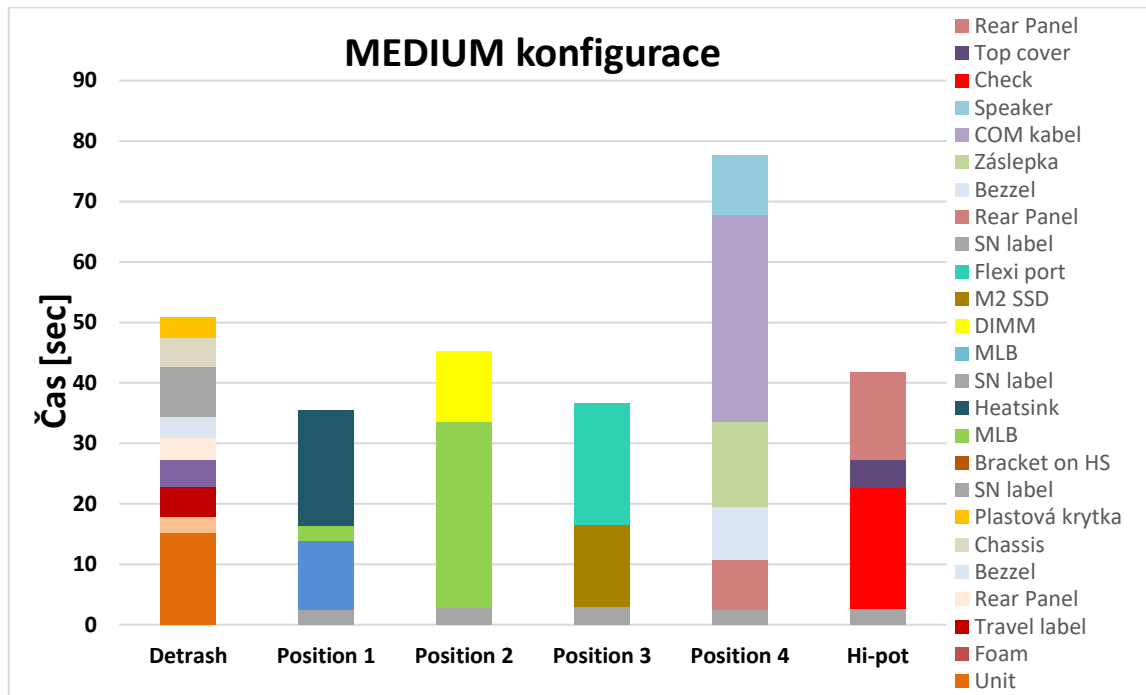
Tabulka č. 4: Balancování easy konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Detrash	Pozice 1	Pozice 2	Pozice 3	Pozice 4	Hi-pot
Součet časů [s]	50.84	35.53	45.26	16.55	19.5	41.84

Easy konfigurace obsahuje pouze komponenty a operace, které se v jednotce nachází vždy a není možné bez nich postavit funkční počítač. Konkrétně u analyzovaných modelů je to 10 komponentů. Jedná se o komponenty jako základová deska, operační paměť RAM, SSD disk a další.

Z hlediska balancování a propustnosti linky je úzkým místem pozice Detrash, která určuje maximální tempo výroby na 70 kusů za hodinu. Target, neboli výrobní cíl na hodinu na tuto konfiguraci, je 69 kusů za hodinu.

3.3.5.2 Medium konfigurace



Graf č. 4: Balancování medium konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

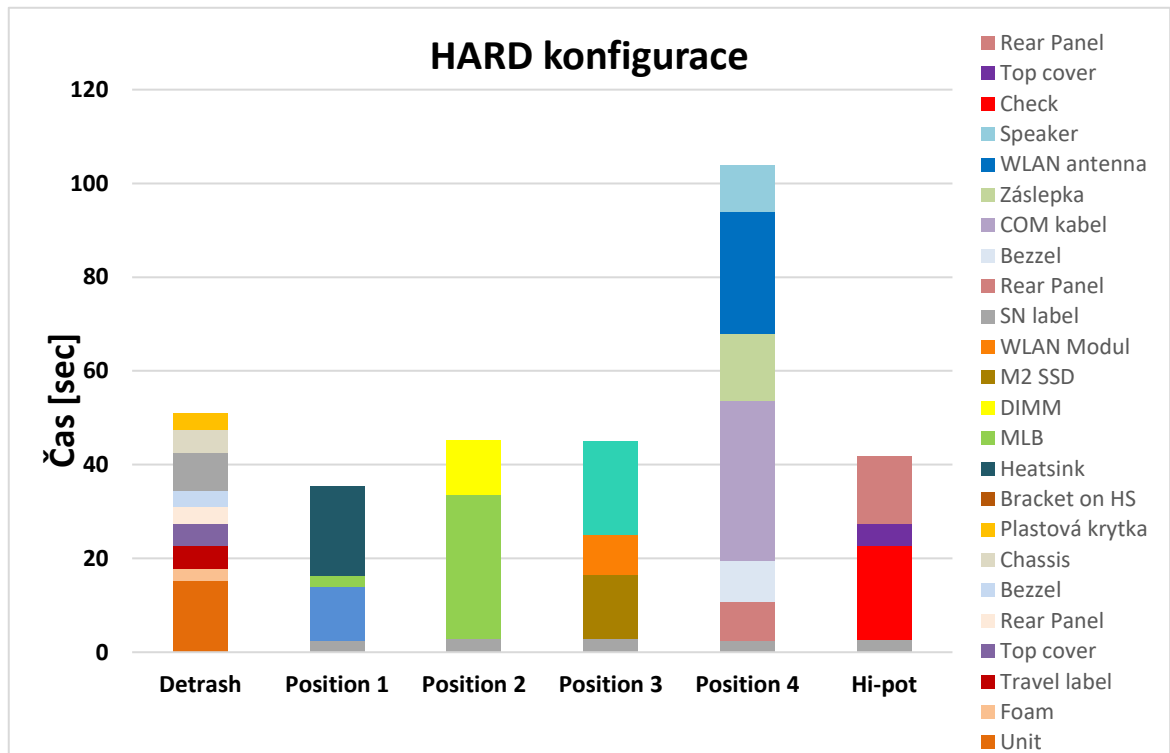
Tabulka č. 5: Balancování medium konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Detrash	Pozice 1	Pozice 2	Pozice 3	Pozice 4	Hi-pot
Součet časů [s]	50.84	35.53	45.26	37.05	77.67	41.84

U medium konfigurace přibyly komponenty, které nemusí počítač ke své funkci potřebovat, ale přidávají různé funkce navíc. Konkrétně se jedná o tři komponenty, jimiž jsou flexi port, který může zastoupit různé koncovky portů, jako jsou USB-C, HDMI, display port atd. Dále jde o COM port a reproduktor.

Graf č. 4, případně tabulka č. 5, můžou vypadat lehce zavádějící v tom, že je pozice 4 přetížená a vytváří tzv. bottleneck. V tomto grafu i tabulce se však nachází veškerý materiál, který lze na pozici montovat, ale málokdy se sejde všechno tak, aby pozice byla takto přetížená. Když už se tak stane, je to v tak malém množství, že se nevyplatí procesní změny kvůli těmto anomáliím. Jak již bylo zmíněno, systémově se tyto komponenty nemohou mezi pozicemi přehazovat a musí být zachováno pravidlo, že na každé pozici je alespoň jeden komponent, který je v jednotce vždy. Průměrná medium konfigurace je nastavena na 55 kusů za hodinu.

3.3.5.3 Hard konfigurace



Graf č. 5: Balancování hard konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka č. 6: Balancování hard konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Detrash	Pozice 1	Pozice 2	Pozice 3	Pozice 4	Hi-pot
Součet časů [s]	50.84	35.53	45.26	45.60	103.9	41.84

Hard konfigurace obsahuje navíc od medium také WLAN, která se skládá z modulu a antén, které je následně pro funkčnost potřeba zapojit. U modelů Futro S5011 a S7011 je tento komponent oblíbený, jelikož se tyto modely dají díky svojí velikosti i zavěsit za monitor pomocí VESA držáku a odpadá potřeba LAN kabelu.

Stejně jako u medium konfigurace i zde platí, že se na pozicích neobjevují všechny komponenty, jež jsou zobrazeny v grafu, i když tato situace může nastat. Průměrná hard konfigurace je nastavena na 44 kusů za hodinu.

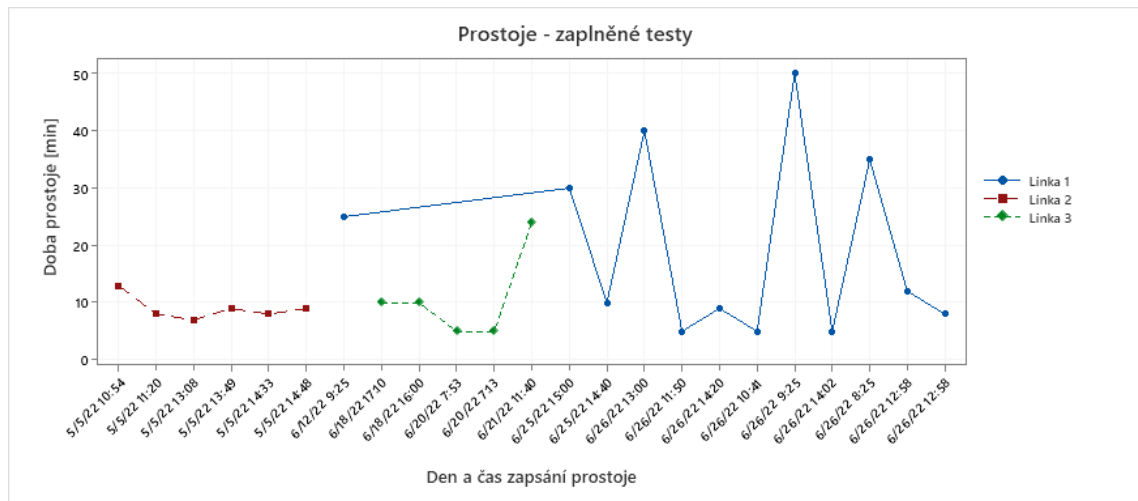
3.3.6 Plýtvání

V této kapitole budou detailněji rozebrány čtyři druhy plýtvání, které se pojí s výrobou FF S5011 a S7011. Jde o prostoje, zbytečnou dopravu, zbytečný pohyb a defekty. Prostoje jsou vyjádřeny v minutách, ostatní druhy plýtvání procentuálně.

3.3.6.1 Prostoje

V případě, že se ve výrobě sejde na více linkách výroba malých modelů, tak vznikají prostoje kvůli přeplněným testům a tím pádem k zastavení linek. Když už k tomuto typu prostoje dojde, nejde ho bohužel nijak zkrátit nebo zastavit a testy musí proběhnout na jednotce až do konce. Čas operátorů na výrobní lince, který tímto vznikne se nedá ani jinak využít, protože jejich další činnost by akorát vedla k opětovnému zastavení linky. Nejde ani nic předchystat či podobně a operátoři nemohou být využiti ani na jiném pracovišti, jejich pracovní čas je tedy využíván neefektivně.

Prostoje ve sledovaném období, tj. za měsíc květen a červen, byly na modelech FF S5011 a FF S7011 dohromady 342 minut. V grafu níže lze vidět četnost v daných dnech, na jaké lince se objevil a na kolik minut jednotlivý prostoje byl. Údaje jsou posbírány ze všech linek.



Graf č. 6: Prostoje způsobené zaplněnými testy
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Prostoje se objevily na všech linkách, kde lze FF S5011 a S7011 vyrábět, tj. linka 1,2 a 3. Na lince 4 se tyto modely nevyrábí, jelikož je designovaná na velké náročné modely, které na lince vyrábí dohromady 9 operátorů (na lince je navíc pozice 5 a 6). Prostoj na zaplněné testy se za sledované období objevil 23x s průměrnou dobou trvání 15 min. Nejdelší zaznamenaný prostoj se stal dne 26. 6. na lince 1 a trval 50 minut.

3.3.6.2 Doprava a pohyb

Za normálních podmínek, kdy testovací místa nejsou přeplněná, probíhá systematické a logické ukládání jednotek na testovací místa tak, aby cesta test operátora mezi výrobní a balící linkou byla co nejkratší, jelikož příslušná balící linka v daný čas balí vždy jen jednu sekvenci a operátor nemůže dávat libovolné kusy mezi různé balící linky. Jakmile se však kvůli plným testům zastaví výrobní linka, vzniká stres a tlak na test operátora. V časovém presu je pro něj tak těžší systematicky a logicky uvažovat, snaží se využít jakéhokoliv volného testovacího místa pro další vyrobené jednotky a tím vzniká plýtvání jak v rámci samotného zbytečného pohybu test operátora, tak pak i ke zbytečnému transportu jednotek.

Tabulka č. 7: Průměrná doba transportu a pohybu v testech
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Situace	Bez prostoju	V době prostoju	% rozdíl
Jednotka - transport	23 s	35 s	34.3%
Operátor - pohyb	40 s	63 s	36.5%

V tabulce č. 7 lze vidět průměrný čas, který operátor celkově potřebuje na pohyb pro zavezení jednotky do testu a návratu k lince pro jednotku další. Je zde také čas, kolik spotřebuje transport/doprava jednotky samotné. Průměrné časy jsou uvedeny v době s prostoji i bez nich. Vychází zde, že procentuální rozdíl (zpomalení) je 34,3 % u transportu jednotky a 36,5 % u pohybu operátora.

3.3.6.3 Defekty

Ruku v ruce s tlakem na test operátora a jeho stresem jde vyšší počet defektů. Jakmile musí operátor absolvovat delší trasy a provádět nadbytečnou manipulaci s materiálem,

zvyšuje se i šance na jeho poškození. Když je test operátor ve spěchu a věnuje operacím menší pozornost, jednotky mohou spadnout při přesunu z vozíků do testovacích bayů, může je po cestě odřít apod. Pokud dojde k poškrábání jednotky v testech, tak se musí všechny komponenty vymontovat, chassis odepsat a projít znovu s novým chassis celý proces výroby. Navýšení defektů v době prostojů kvůli plným testům je v průměru 17 %.

3.3.7 Překročení targetu

Dalším problémem je časté překračování nastaveného výrobního plánu, které se za posledních 10 měsíců objevilo 248x. Toto překračování za stálé výroby způsobuje přeplněné testy. Jestliže je nestálá výroba, překročí se target a výrobní plán se dokončí dříve, než bylo plánováno. Může se stát, že již v průběhu dne není co vyrábět a plýtvá se neefektivním využitím pracovní síly. Dále to způsobuje také problémy logistice, která dostává dříve větší objemy, než bylo v plánu a samotné plánování, které musí uvolňovat dříve další zakázky.

To je způsobeno mimo jiné také tím, že v případě nevybalancovaných pozic se nedodrží stanovený proces a operátoři si mohou vypomáhat navzájem, například vkládáním komponentu z pozice č. 1 až na pozici č. 2, protože tam má více času. To sice vede k většímu výstupu z linek (který však není žádoucí), ale dochází také k větší chybovosti, která se podepisuje na first pass yieldu, případně může vést až k reworku celé zakázky či zákaznické reklamaci. Reworkem je myšleno, když např. v zakázce daný komponent v jednotkách chybí, je špatně našroubovaný nebo je na něm jakákoliv chyba, která se odhalila v procesu nebo na stanici Ooba, je potřeba celou (příp. do doby objevení nedostatku vyrobenou část) zakázku přepracovat a dát do stavu, kdy je bez jakéhokoliv nedostatku.

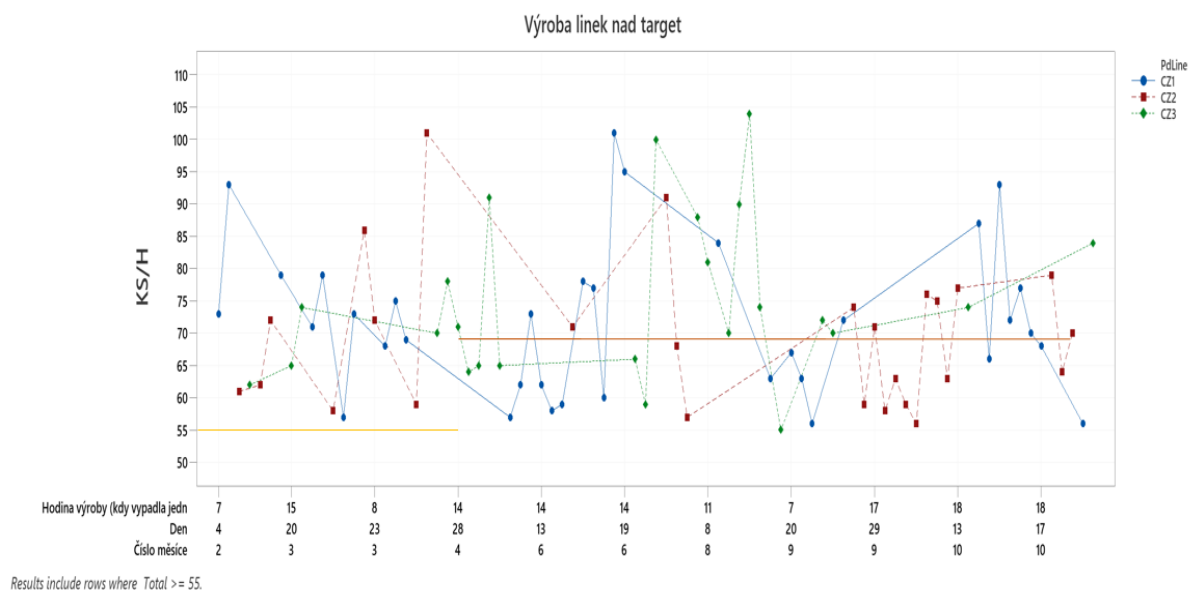
Do května 2022 byl nastaven target 55 ks/h pro easy kategorii, 44 ks/h pro medium a 40 ks/h pro hard. Na základě analýzy a přeměření času jednotlivých pozic a operací, se změnilo na následující:

- Easy: 69 ks/h
- Medium: 55 ks/h
- Hard: 44 ks/h

Žlutá linka v grafech č. 7, 8 a 9 znázorňuje výši starého výrobního cíle na hodinu, od května po změně targetů pak oranžová znázorňuje výši toho nového.

3.3.7.1 Easy

Graf č. 7 znázorňuje výrobu nad target pro Easy konfiguraci. Do konce dubna zobrazuje žlutá linka target 55 ks/h, od května pak oranžová linka nový target – 69 ks/h.

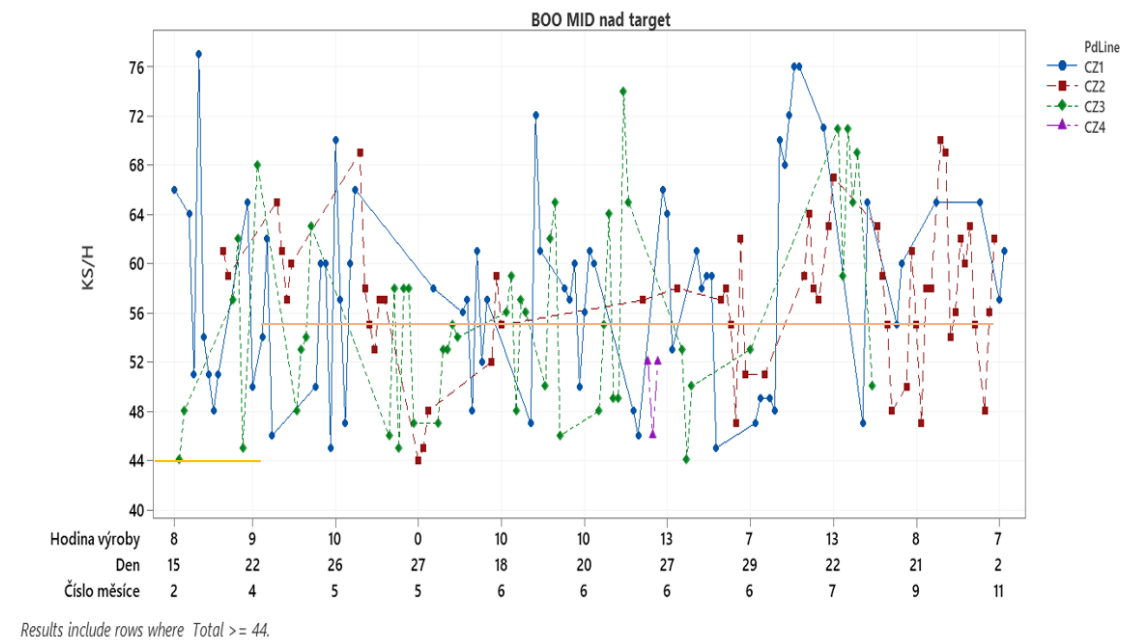


Graf č. 7: Výroba na target easy konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

U easy konfigurace byl překročen (platný v dané době) target 56x (19x starý target, 37x nový target). Ze všech tří konfigurací to byl nejmenší počet překročení. I přes nejmenší variaci komponentů si našli operátoři čas na porušení procesu, kdy nejvyšší počet vyrobených kusů za hodinu byl 104, což je překročení o více než třetinu.

3.3.7.2 Medium

Graf č. 8 znázorňuje výrobu nad target pro Medium konfiguraci. Do konce dubna zobrazuje žlutá linka target 44 ks/h, od května pak oranžová linka nový target – 55 ks/h.

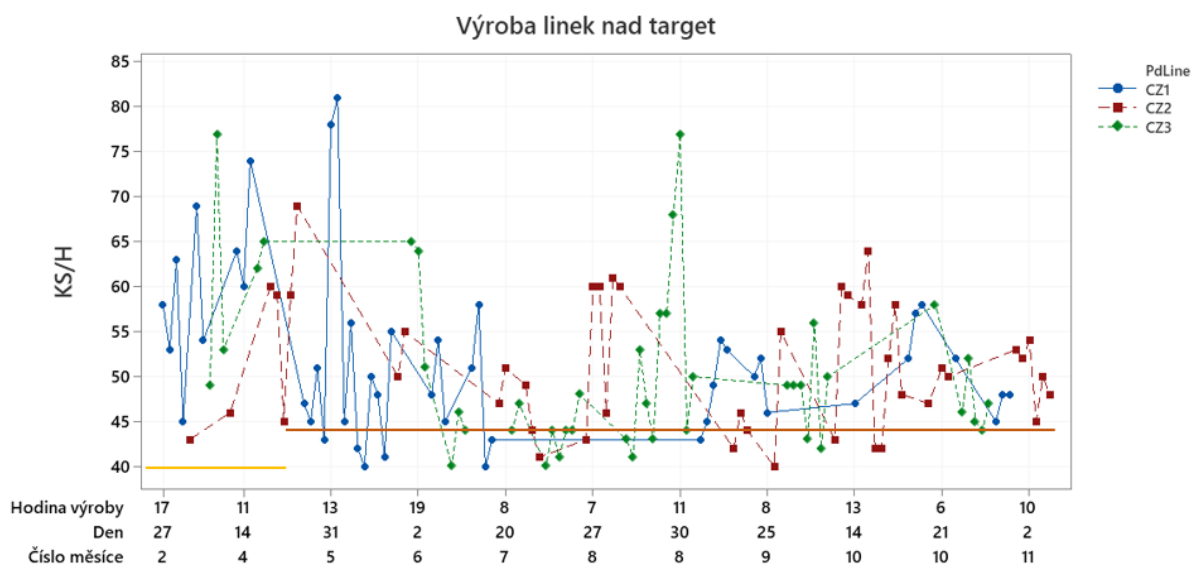


Graf č. 8: Výroba nad target medium konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Medium konfigurace překročila target dohromady 115x (15x starý target, 100x nový target). To je ze všech konfigurací nejvyšší počet překročení. Nejvíce kusů se v medium konfiguraci vyrobilo 77 ks/h.

3.3.7.3 Hard

Graf č. 9 znázorňuje výrobu nad target pro Hard konfiguraci. Do konce dubna zobrazuje žlutá linka target 40 ks/h, od května pak oranžová linka nový target – 44 ks/h.



Results include rows where Total >= 40.

Graf č. 9: Výroba nad target hard konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

U hard konfigurace došlo k překročení targetu dohromady 77x (17x starý target, 60x nový target). Nejvyšší překročení je 81 ks/h, což je paradoxně více než u medium konfigurace. To může být způsobeno i tím, že se pojede základní jednotka, která by spadala pod easy, ale na zákazníkův požadavek tam bude navíc WLAN a v tu chvíli jednotka i bez komponentů z medium konfigurace spadá pod hard.

3.4 Celkové zhodnocení

Problémem je, že při výrobě malých jednotek, konkrétně u modelů FF S5011 a S 7011, se přepřňují testy, což je způsobeno kvůli velkým výrobním výstupům za hodinu, čímž se zcela zastaví výrobní linky. Tím však nevzniká pouze plýtvání v podobě prostožů, které činí v průměru 171 minut za měsíc, ale také nadbytečný transport materiálu (delší o 34,3 %), pohyb pracovníků (delší o 36,5 %) a zvýšený počet defektů o 17 %.

Pomocí analýzy výstupů výrobních a balících linek se zjistilo, že i při správném poměru aktivních výrobních linek ku aktivním baličkám docházelo k prostojům kvůli zaplněným testům. To se dělo dokonce i ve chvíli, kdy balící linky měly více kusů zabalených, než stihly výrobní linky vyprodukovat. K tomuto může docházet z důvodu, že z testů se naváží jednotky na dopravník balící linky, kde jich může být v případě velkých výrobních objemů navezeno až dvě desítky (na jednu balící linku).

Jak se postupem času přizpůsobovalo a zefektivňovalo pracoviště, operátoři se tento typ modelů naučili a zrychlili čas na jednotlivé operace. Toto zefektivnění zapříčinilo, že již samotný výrobní cíl kusů za hodinu na easy konfiguraci překračuje množství jednotek, které by bylo možné pojmout a stihnout otestovat tak, aby nedocházelo k prostojům.

U pozic, které nejsou v konfiguracích vybalancované a vzniká mezi nimi větší časový rozdíl, se volný čas dá využít k pomoci mezi operátory, čímž dochází k porušování procesu a většímu, leč nežádoucímu, hodinovému výstupu linky, který působí další plýtvání a problémy zmíněné výše.

Překročení targetu není ničím výjimečným. Za sledované období necelých 10 měsíců se u všech konfigurací objevilo 248x překročení pro (v tu dobu) aktuální target. Největší překročení bylo v podobě 104 kusů za hodinu, což je jen o 6 kusů méně, než když by vyráběly dvě výrobní linky medium konfiguraci dohromady. To se pojí s již zmíněným zrychlením operátorů a pomoci/porušování procesu.

4 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Předposlední část mé diplomové práce patří zpracování vlastních návrhů k přispění štíhlého řízení vybrané části výrobního systému pomocí eliminace plýtvání. V rámci metodiky DMAIC se bude jednat o část Improve.

Problém, který se analyzoval a je potřeba vyřešit, jsou prostoje způsobené přeplněnými testy, načež se nabalily další druhy plýtvání, jako zbytečný transport materiálu, zbytečný pohyb lidí a navýšení defektů, jimiž jsem se zabýval v analytické části práce v kapitole 3.3.6 Plýtvání. Pomocí matice výběru řešení zvolím nejvhodnější řešení problému, kterému se budu dále podrobně věnovat.

4.1 Navrhovaná řešení

Matice výběru řešení v tabulce níže obsahuje a porovnává 5 navržených řešení, a to podle pěti kritérií, jimiž jsou: jednoduchost, rychlost, cena (jak levné), vliv na vyřešení problému a reakce zákazníka. Každé z kritérií má svou váhu, která je číselně vyjádřena. U každého řešení proběhne číselné zhodnocení, do jaké míry dané kritérium splňuje, a to na škále od 1 do 10, kdy 10 znamená, že dané kritérium splňuje nejvíce. Váha kritérií a číselné ohodnocení se mezi sebou vynásobí. Násobky jednotlivých kritérií se sečtou a vznikne vážená hodnota. Jako příklad řešení - Přidání operátora do testů: $(3*4)+(4*6)+(7*3)+(9*3)+(8*5)=124$.

Tabulka č. 8: Matice výběru řešení
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Váha kritérií	3	4	7	9	8		
Kritéria	Jednoduché	Rychlé	Levné	Velký vliv	Zákazník		
Navržené řešení						Vážená hodnota	% z celku
Přidání operátora do testů	4	6	3	3	5	124	15.7 %
Navýšení kapacity testů	1	2	1	9	6	147	18.6 %
Zkrácení doby testů	1	1	2	7	5	124	15.7 %
Snížit výstup linky pomocí snížení počtu operátorů na výrobní lince	5	4	9	10	7	240	30.3 %
Přestávky při splnění targetu	8	8	3	7	2	156	19.7 %
Total	57	84	126	324	200	791	100 %

Navrhované řešení – přidání **operátora do testů** vyšlo jako jedno ze dvou nejhůře hodnocených řešení, a to převážně kvůli vlivu na problém, protože by bylo spíše řešením důsledku, než příčiny. Operátor, který by byl přidán, by urychlil odbavení jednotek, u kterých se proces testování dokončil, ale tím by zkrátil pouze dobu, po kterou jednotka zůstává v testech hotová. Nebo by také zrychlil navedení jednotek do testů ještě předtím, než by k prostoji došlo. U dostatečně malých zakázek, které by se nevyráběly déle než 2,5 hodiny, by to problém vyřešilo, avšak u těch větších by prostoji stejně nezabránil a byl by nevyhnutelný.

Cesta **navýšení počtu testovacích míst** není možná z kapacitních omezení haly. Jedinou možností by bylo se přestěhovat do jiné haly, což není ani levné ani rychlé řešení. V rámci rozšiřování společnosti a jejích aktivit je to v plánu, avšak v horizontu pár let. Je proto potřeba se vydat jiným směrem, který tento problém vyřeší dříve.

Zároveň také není možné značné a dostačující **zkrácení času doby samotného testování**. Je to z důvodu kvality, kdy probíhají zátěžové testy s pevnými časovými požadavky. Mohlo by se systémově podařit urychlení nahrávání operačního systému, které by však ušetřilo maximálně pár minut, jelikož většinu času v testech tvoří ověření funkčnosti komponentů, které zkrátit nelze. Tento návrh vyšel bodově nejhůře. Výsledek by byl také

velmi podobný, jako u stejně hodnoceného návrhu, tj. pouze by oddálil prostoje, případně u malých zakázek by jim předešel.

Přestávky při splnění targetu (požadovaného výrobního cíle na danou hodinu) je jednoduché a rychlé řešení, které by vyřešilo problém s přeplněnými testy, avšak by při něm vzniklo spoustu neefektivního využití pracovní síly a dalšího plýtvání. V rámci štíhlého řízení výrobního systému je tedy tento návrh nerealizovatelný.

Jako nejlepší návrh vyšlo **snížit výstup linky pomocí snížení počtu operátorů na výrobní lince**. Tomuto návrhu se budu podrobně věnovat v kapitolách níže.

4.2 Snížení výstupu linky pomocí snížení počtu operátorů na výrobní lince

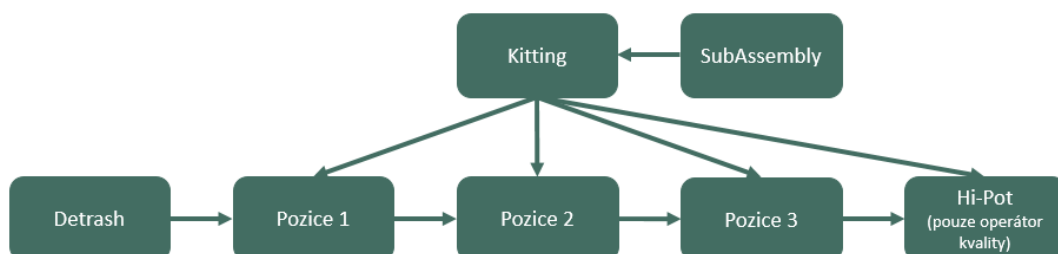
Jako nejlepší řešení problému s přeplněnými testy při výrobě modelů FF S5011 a S7011 vyšlo snížení výstupu linky pomocí snížení počtu operátorů na výrobní lince. Přenastavení procesu je z pohledu časové náročnosti přijatelné, ušetří se na pracovní síle, zároveň se jejich práce také zefektivní a prostoje skrze přeplněné testy a plýtvání spojené s nimi zcela eliminuje.

Z firemních důvodů není možné sdílet počet míst testovacích bayů a času samotného testování. Nicméně z analýzy vyšlo, že maximální počet kusů, který lze vyrábět bez toho, aniž by hrozilo zastavení výrobních linek kvůli přeplněným testům, je 56 kusů na hodinu na jednu linku. Je potřeba tedy najít způsob, jak docílit výroby maximálně 56 kusů za hodinu tak, aby se eliminovalo stávající plýtvání a nevzniklo další/jiné.

Aby výrobní linka vyráběla tempem 56 kusů za hodinu, je nutné, aby alespoň jedna pozice vždy trvala málo přes 64 sekund. Vytvoří se tím umělé, avšak žádoucí úzké místo. Řešení, jak tohoto docílit tak, aby nevznikalo další plýtvání, je odebrat operátory. Konkrétně jde o zrušení jedné pozice a odebrání operátora z oddělení produkce na pozici Hi-Pot (pozice zůstane zachována, stále tam zůstane operátor oddělení kvality). Mezi pozice, které

zůstaly zachovány následně vytvořit nový procesní postup výroby a proces co nejlépe vybalancovat na základě možností podnikového informačního systému.

Na obrázku č. 13 je vyobrazeno nové rozložení operátorů na lince.



Obrázek č. 13: Rozložení pozic na lince dle nového procesu
(Zdroj: Vlastní zpracování)

U pozice kitting/subassembly se změní pouze to, na jakou pozici budou distribuovat materiály. Jejich čas se nijak výrazně nezmění, není potřeba je tedy dále řešit. U pozice detrash, pozice 1, pozice 2, pozice 3 a Hi-pot se bude muset nastavit kompletně nový výrobní proces na FF S5011 a S7011, který je rozebrán v dalších kapitolách.

4.2.1 Materiál vstupující do jednotky

Jako nejdůležitější proměnná, se kterou je potřeba se vypořádat, je materiál vstupující do jednotky. V tabulce níže jsou abecedně seřazeny komponenty a nutné kroky, které jsou nezbytné pro výrobu jednotky, jako: položení pěny na linku, na které se jednotka na lince přesune nebo přesunutí samotné jednotky z vozíku na linku. Je zde zahrnuta časová náročnost jednotlivých komponentů i jeho procentuální zastoupení v zakázkách, tzn. v kolika jednotkách z celkového vyrobeného počtu jednotek se daný komponent objevil. Data k době trvání jsou posbírána z natáčení a následného zpracování těchto dat, procentuální zastoupení je pak vyexportováno z historických dat z podnikového informačního systému.

Tabulka č. 9: Materiál vstupující do jednotky
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Komponent/operace	Doba trvání [sec]	Procentuální zastoupení v zakázkách
Bezzel (odstranění)	3.38	100 %
Bezzel (nasazení)	8.77	100 %
Bracket on HS	13.96	100 %
Check	20	100 %
COM kabel	34.18	41 %
DIMM	11.62	100 %
Flexi port	20.5	32 %
Foam (pěna na linku)	2.69	100 %
Foam (odstranění pěny z jednotky)	8.00	100 %
Chladič	19.09	100 %
Chassis	4.73	100 %
M2 SSD	13.60	100 %
MLB	28.70	100 %
Plastová krytka	3.46	100 %
Rear Panel (odstranění)	3.64	100 %
Rear Panel (nasazení)	8.23	100 %
Nalepení SN label	8.27	100 %
Speaker	9.86	59 %
Thermal pad MLB	6.22	37 %
Thermal pad SSD	6.22	37 %
Top cover (odstranění)	4.56	100 %
Top cover (nasazení)	11.44	100 %
Travel label	4.88	100 %
Unit (z vozíku na linku)	6.37	100 %
Unit (kontrola)	8.85	100 %
WLAN	34.78	31 %
Záslepka	14.13	78 %

Všechny tyto kroky a komponenty je nutné rozřadit do 5 pozic, konkrétně pozice Detrash, pozice 1, pozice 2, pozice 3 a Hi-pot (který po odebrání operátora produkce již bude pouze jednočlenný – s operátorem kvality).

4.2.2 Rozdělení materiálu mezi pozice

Při sestavování se musí dbát na několik pravidel. Operace a materiály musí být v takovém pořadí, aby se jednotka dala fyzicky postavit a nejde bohužel libovolně operace

přehazovat jen kvůli časovému balancu. Na pozici Detrash se přebírá chassis z vozíku a připraví ho pro další montáž na lince. Na pozici 1 musí být vložena a zašroubována základová deska do chassis. Pozice Hi-Pot jednotku kontroluje a jediný další úkon může být pouze nasazení a zašroubování top coveru.

V kapitolách 4.2.2.1 až 4.2.2.5 jsou rozebrány všechny pozice. Každá z kapitol obsahuje dvě tabulky (Tabulka č.10 až Tabulka č.19). První s komponenty a operacemi v pořadí, ve kterém je nutné je provést tak, aby bylo možné na pozicích jednotku fyzicky postavit. V té je také časová náročnost jednotlivých komponentů/operací i s procentuálním zastoupením, ve kterém se daný komponent objevuje v zakázkách.

Druhá tabulka v každé z jednotlivých kapitol obsahuje časy easy, medium a hard konfigurací pro danou pozici. V easy konfiguraci, jak již bylo zmíněno, jsou všechny operace a komponenty, které se objevují ve 100 % zakázkách a bez kterých by počítač nemohl fungovat. V medium konfiguraci jsou pak všechny další jednotlivé volitelné komponenty a do hard konfigurace se pak řadí, když jsou všechny tyto komponenty (alespoň na jedné z pozice 2 nebo 3) v jednotce dohromady. Čas uvedený u medium konfiguraci je vždy nejvyšší možný. U každé pozice je taky průměr, který počítá s dobou trvání i procentuálním zastoupením komponentů v zakázkách. Počítán je vztahem: doba trvání (komponentu nebo operace) * procentuální zastoupení v zakázkách. Všechny tyto časy na pozici se pak sečtou a výsledkem je průměrný čas pozice.

4.2.2.1 Detrash

Pořadí komponentů pro pozici Detrash je v tabulce níže. Touto pozicí celý výrobní proces začíná.

Tabulka č. 10: Materiály a operace na pozici Detrash
(Zdroj: Vlastní zpracování)

DETRASH		
Komponent/operace	Doba trvání [sec]	Procentuální zastoupení v zakázkách
Foam	2.69	100%
Unit (z vozíku na linku)	6.37	100%
Unit (kontrola)	8.85	100%
Travel label	4.88	100%
Top cover	4.56	100%
Foam	8.00	100%
Rear Panel (odstranění)	3.64	100%
Bezzel (odstranění)	3.38	100%
Nalepení SN label	8.27	100%
Sken chassis	4.73	100%
Plastová krytka	3.46	100%
Thermal pad MLB	6.78	37%

Jako první si operátor nachystá přepravní pěnu, na které celou dobu výroby jednotka leží a přepravuje. Následně přebírá chassis jednotky z vozíku a před vložením na pěnu ji vizuálně zkontroluje od škrábanců a dalších poškození. Jako další nechá operátor vytisknout tzv. travel label, který je s jednotkou po celou dobu výroby až po zabalení. Jsou na něm veškeré informace o jednotce, včetně sériového čísla, z jaké je kus sekvence, kolikátý kus je to ze sekvence atd. Travel label je nalepen na pěně vedle jednotky. Poté operátor sundá top cover (horní kryt) a ze chassis vyndá veškerý odpadní materiál (pěny). Následně jednotku „odstrojí,“ tzn. odstraní rear panel (zadní panel) a bezzel (přední kryt). Z travel labelu odejme nálepku se sériovým číslem (SN label) a nalepí ji na chassis. Dále je nutné naskenovat chassis a tím ho propojit se sériovým číslem jednotky do systému. Zbývá už jen sundat plastovou krytku a pokud je v dané konfiguraci, tak nalepit teplo vodivou podložku (thermal pad). Ta se dává v případě, že do jednotky vstupují výkonnější RAM paměti. Jednotku poté posune na pozici 1.

Tabulka č. 11: Doby trvání pozice Detrash

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Pozice	Průměr počítající s procentuálním zastoupením komponentů	Easy	Medium	Hard
Detrash	61.34 s	58.84 s	65.62 s	65.62 s

Časově je pozice detrash velmi stálá. Mezi konfiguracemi nepanují moc velké rozdíly. Konkrétně mezi easy konfigurací oproti medium a hard je rozdíl 10,3 %. Easy konfigurace vychází na 58.84 vteřiny a medium na 65.62 sekund. Jelikož nemá žádný komponent, který by spadl do konfigurace hard, tak má tato konfigurace stejný čas, jak medium. Průměr, kvůli 37 % zastoupení thermal padu v zakázkách, vychází na 61.34 vteřin.

4.2.2.2 Pozice 1

Pořadí komponentů pro pozici 1 je v tabulce níže. Tato pozice následuje po pozici Detrash.

Tabulka č. 12: Materiály a operace na pozici 1

(Zdroj: Vlastní zpracování)

P1		
Komponent/operace	Doba trvání [sec]	Procentuální zastoupení v zakázkách
SN label	2.50	100%
Bracket on HS	13.96	100%
Heatsink	19.09	100%
MLB	28.70	100%
Thermal pad SSD	6.22	37%

Jako první je nutné naskenovat SN label na jednotce, který následně otevře v systému jednotku a ukazuje operátorovi operace a materiály, co do jednotky vstupují ve správném pořadí. Poté operátor musí připravit bracket (podpěru) na heatsink, tzn. odlepit z ní fólii a připevnit ji zespodu základové desky. Chladič se následně pomocí této podpěry našroubuje do základové desky. Ta se vloží do chassis a také se k němu přišroubuje. U základové desky se nejprve šroubují takzvané boardlocky, což jsou závity, do kterých se

deska nejprve zacvakne a poté přišroubuje. Boardlocky jsou dva a poté dva další klasické závitky. Jako poslední se na pozici 1 vkládá thermal pad (teplo vodivá podložka) pod SSD disk. Stejně jako u thermal padu na RAM paměti, i tady se dává podložka pod výkonnější SSD disky.

Tabulka č. 13: Doby trvání pozice 1

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Pozice	Průměr počítající s procentuálním zastoupením komponentů	Pozice 1		
		Easy	Medium	Hard
P1	66.55 s	64.25 s	70.47 s	70.47 s

Obdobně jako pozice detrash je i pozice 1 velmi časově stálá a do medium konfigurace vstupuje pouze jeden komponent. Easy konfigurace vychází na 64.25 sekundy a je v rámci této konfigurace nejdelší pozicí, která bude vytvářet úzké místo. Do medium přibude thermal pad na SSD s výsledným časem 70.47 sekundy. Hard konfigurace, jelikož není žádný další volitelný komponent, je stejná jako medium. Průměr počítající s procentuálním zastoupením komponentů je pro pozici 1 66.55 sekundy. Jednotku poté posune na pozici 2.

4.2.2.3 Pozice 2

Pořadí komponentů pro pozici 2 je v tabulce níže. Tato pozice následuje po pozici 1.

Tabulka č. 14: Materiály a operace na pozici 2

(Zdroj: Vlastní zpracování)

P2		
Komponent/operace	Doba trvání [sec]	Procentuální zastoupení v zakázkách
SN label	2.50	100%
DIMM	11.62	100%
Flexi port	20.5	32%
M2 SSD	13.60	100%
WLAN	34.78	31%

Jako první opět je nutné naskenovat SN label, který otevře jednotku v systému pro pozici 2. Poté operátor vezme DIMM (RAM paměť), zkontroluje její velikost (různé velikosti totiž mohou mít stejné číslo dílu na sken) a vloží do základové desky. Jestliže se v konfiguraci nachází, tak následuje flexi port, který je nutné vložit do pomocné „klece“, která má v sobě závity, zacvaknout a našroubovat do základové desky. Potom operátor vezme z poličky M2 SSD a stejně jako u DIMM zkontroluje velikost, zasune do portu, přitlačí a přišroubuje. WLAN se skládá z modulu a antén. Nejprve se antény zacvaknou do chassis, černá do slotu black a šedá do slotu grey. Poté se zasune modul do slotu, zašroubuje a koncovky antén zapojí do modulu, opět do příslušných slotů (černá a šedá). Jednotku poté posune na pozici 3.

Tabulka č. 15: Doby trvání pozice 2

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Pozice	Průměr počítající s procentuálním zastoupením komponentů	Easy	Medium	Hard
P2	45.06 s	27.72 s	62.50 s	83.00 s

U pozice 2 jsou mezi jednotlivými konfiguracemi velké rozdíly. Mezi easy a hard konfigurací je to až dvoutřetinový rozdíl. Easy konfigurace vychází na 27.72 vteřiny. K času medium je pak přidán časově nejdelší komponent – wlan a vychází na 62.5 vteřiny. Hard konfigurace je u pozice 2 tou nejdelší vůbec, vychází na 83 vteřin a je kombinací wlan+flexi portu. Průměr počítající s procentuálním zastoupením komponentů je pro pozici 2 – 45.06 sekundy, což je paradoxně oproti hard konfiguraci zase nejkratší ze všech těchto průměrů (vyjma pozice Hi-pot, která je neměnná).

4.2.2.4 Pozice 3

Pořadí komponentů pro pozici 3 je v tabulce č. 16. Tato pozice následuje po pozici 2.

Tabulka č. 16: Materiály a operace na pozici 3
(Zdroj: Vlastní zpracování)

P3		
Komponent/operace	Doba trvání [sec]	Procentuální zastoupení v zakázkách
SN label	2.5	100%
Speaker	9.86	59%
Rear Panel (nasazení)	8.23	100%
Bezzel (nasazení)	8.77	100%
COM kabel	34.18	41%
Záslepka	14.13	78%

Jako u předchozích pozic vše začíná naskenováním SN labelu. Poté, pokud ho konfigurace obsahuje, se do jednotky instaluje speaker (reproduktor), který je potřeba prvně nacvaknout do chassis, provést kabel jež z něj vede a tento kabel zapojit do slotu v základové desce. Dále se na jednotku zpátky nasadí rear panel (zadní panel) a bezzel (přední kryt). Jako další volitelný komponent se instaluje COM kabel. Instalace probíhá tak, že se jeho koncovka zašroubuje do právě nasazeného zadního panelu. Jakmile je COM kabel našroubován, musí se ještě zapojit do základové desky. Pokud se objeví v konfiguraci komponent, který si žádá vylomení záslepky nebo si to přeje samotný zákazník jako přípravu pro zamýšlený komponent, který si tam například chce poté vložit sám, dochází na pozici 3 jako k poslední operaci vylomení dané záslepky. Poté se přesune jednotka na poslední pozici zvanou Hi-Pot.

Tabulka č. 17: Doby trvání pozice 3
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Pozice	Průměr počítající s procentuálním zastoupením komponentů	Easy	Medium	Hard
P3	50.35 s	19.50 s	53.68 s	77.67 s

Pozice 3 má největší rozdíl mezi konfigurací easy a hard. Easy je tou nejkratší vůbec, s dobou trvání 19.5 vteřiny. Mezi easy a hard konfigurací je rozdíl 74,9 %. Přidáním COM portu k easy, medium konfigurace vychází na 53.68 sekundy. Kombinace speakeru, COM portu a vylomení záslepky je tou časově nejdelší variantou, spadá do hard s časem 77.67

vteřiny. Dle procentuálního zastoupení komponentů v zakázkách vychází průměr pozice 3 na 50.35 vteřiny.

4.2.2.5 Hi-Pot

Pořadí komponentů pro poslední pozici na lince – pozici Hi-Pot je v tabulce níže. Tato pozice následuje po pozici 3.

Tabulka č. 18: Materiály a operace na pozici Hi-pot
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Hi-Pot		
Komponent/operace	Doba trvání [sec]	Procentuální zastoupení v zakázkách
SN label	2.5	100%
Check	20	100%
Top cover	11.44	100%

I na poslední pozici Hi-Pot se začíná naskenováním SN labelu, po kterém se propíše jednotka do systému a operátorovi se ukazují instrukce na monitoru. Hned po naskenování SN labelu se jednotka kontroluje. Kontrola probíhá jednak vizuální, jestli není nic poškrábané, znečištěné, jestli nechybí šroubek apod., ale kontroluje se i hmatem zapojení všech komponentů a probíhá případné dotlačení těch, které nejsou. Poté se na jednotku nasadí, zacvakne a zašroubuje top cover (horní kryt) a jednotka je v tu chvíli po montážní stránce považována za hotovou. Z pozice Hi-Pot se posouvá dále po dopravníku, kde je odebrána a převezena do testů.

Tabulka č. 19: Doby trvání pozice Hi-Pot
(Zdroj: Vlastní zpracování)

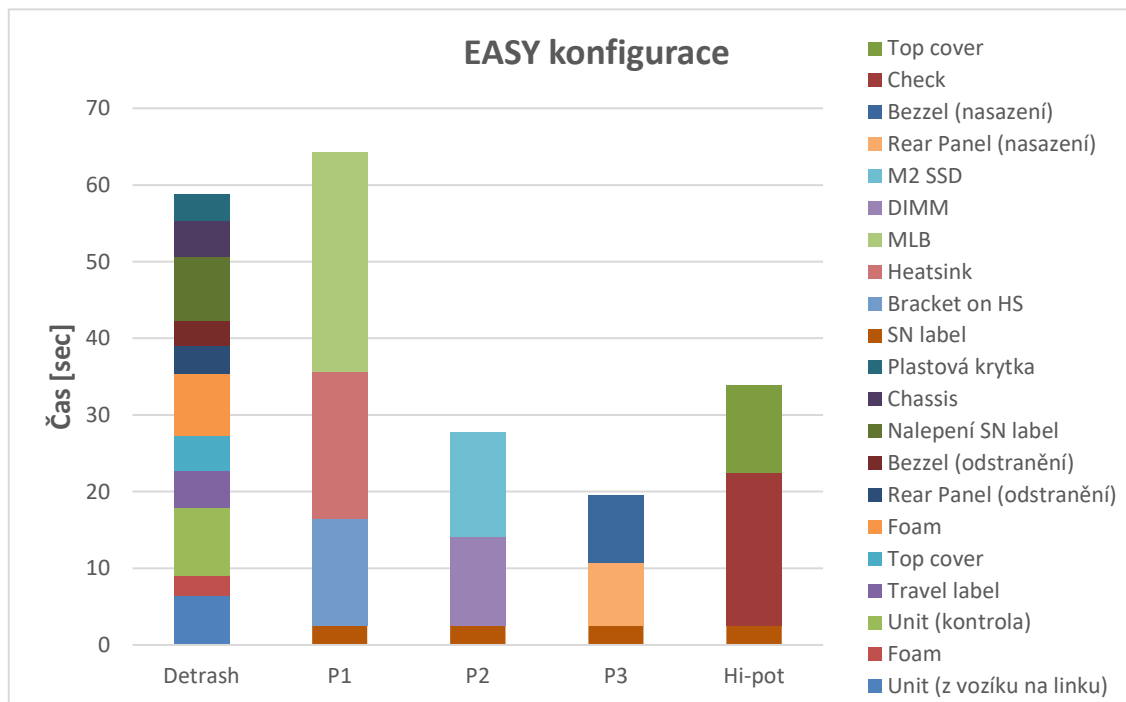
Pozice	Průměr počítající s procentuálním zastoupením komponentů	Easy	Medium	Hard
Hi-Pot	33.94 s	33.94 s	33.94 s	33.94 s

Pozice Hi-Pot je jako jediná pro všechny konfigurace neměnná a trvá 33.94 vteřiny, což je v rámci průměru nejkratší pozice.

4.2.3 Nové balancování

Podle posbíraných, naměřených a zpracovaných dat se v kapitolách 4.2.3.1 až 4.2.3.3 nachází graficky znázorněná časová náročnost a balancování jednotlivých pozic u všech obtížností i s daty. Rozebrány jsou všechny konfigurace, tj. easy, medium a hard.

4.2.3.1 Easy



Graf č. 10: Nové balancování easy konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

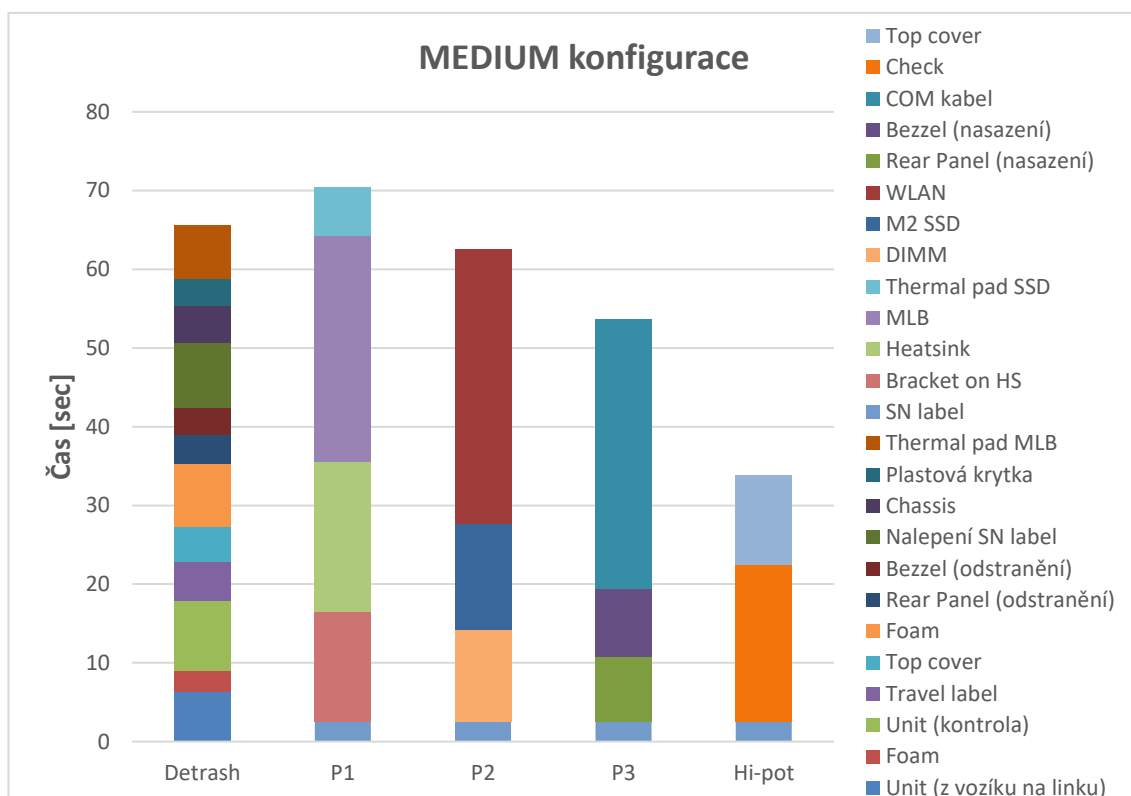
Tabulka č. 20: Časy pozic pro easy konfiguraci
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Detrash	P1	P2	P3	Hi-pot
Součet časů [s]	58.84	64.25	27.72	19.50	33.94

I po změně procesu/počtu operátorů na lince, musí easy konfigurace splňovat pravidlo, že se v ní nachází pouze komponenty a operace klíčové pro chod počítače, bez přidavných funkcí. Dohromady se jedná o 10 komponentů. Stěžejní jsou základová deska, SSD disk, chladič a operační paměť RAM. Pro upřesnění: procesor, který je také nezbytný pro chod počítače, je už vložený v základové desce a přivezen na linku.

V rámci balancování je umělým (žádoucím) úzkým místem pozice 1, která určuje maximální tempo propustnosti linky na požadovaných 56 kusů za hodinu.

4.2.3.2 Medium



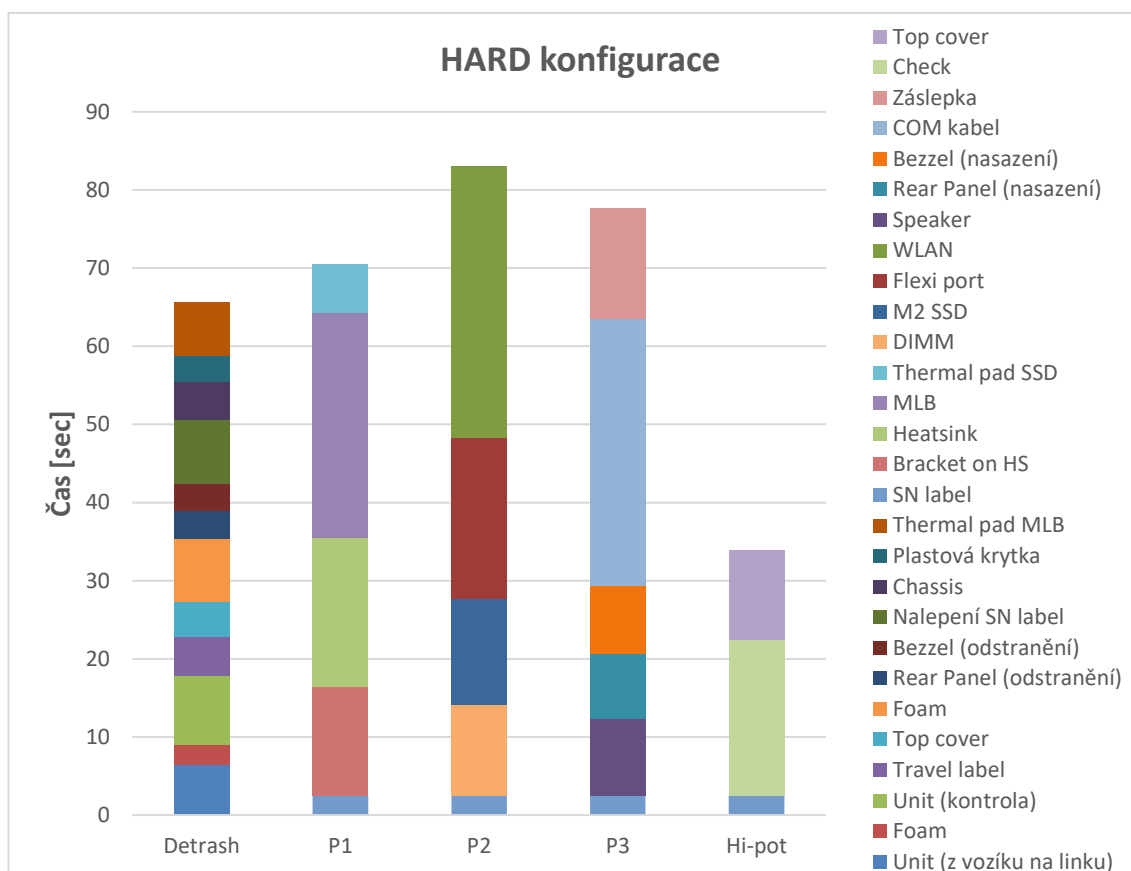
Graf č. 11: Nové balancování pro medium konfiguraci
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka č. 21: Časy pozic pro medium konfiguraci
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Detrash	P1	P2	P3	Hi-pot
Součet časů [s]	65.62	70.47	62.50	53.68	33.94

U konfigurace medium jsou v novém výrobním procesu zařazeny všechny volitelné komponenty a materiály, které je v určitých případech nutné do jednotky vložit, jako např. teplo vodivou podložku. Do medium konfigurace tedy vstupují komponenty a materiály: WLAN, flexi port, reproduktor, COM kabel a teplo vodivá podložka pro DIMM a SSD. Nejdelší pozicí v medium konfiguraci je opět pozice 1, u které přibyla navíc oproti easy konfiguraci teplo vodivá podložka na SSD, prodloužila čas o 6.22 sekundy, na výsledných 70.47 vteřiny. Výrobní cíl linky pak vychází na 51 kusů za hodinu.

4.2.3.3 Hard



Graf č. 12: Nové balancování pro hard konfiguraci
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka č. 22: Časy pozic pro hard konfiguraci
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Detrash	P1	P2	P3	Hi-pot
Součet časů [s]	65.62	70.47	83.00	77.67	33.94

Do hard konfigurace již žádné další komponenty nepřibývají. Konfigurace se stane hard v případě, že je pozice 2 nebo pozice 3 plně vytížena. Tzn. u pozice 2 je to v případě, když do jednotky vstupuje WLAN i flexi port, u pozice 3 pak reproduktor, COM port a vylomení záslepky (pokud jednotka obsahuje komponent, kvůli kterému je potřeba vylomit záslepku).

Nejdelší pozice je pozice 2, která vychází na rovných 83 vteřin. Target pro hard konfiguraci je pak nastaven na 43 kusů za hodinu.

4.2.3.4 Shrnutí balancování

V tabulce č. 23 jsou časy všech pozic ve všech konfiguracích. Z těchto dat je pak určen také target na jednotlivé konfigurace.

Tabulka č. 23: Nové targety

(Zdroj: Vlastní zpracování)

pozice	Průměr počítající s procentuálním zastoupením komponentů	easy	medium	hard
Detrash	61.14 s	58.84 s	65.62 s	65.62 s
P1	64.25 s	64.25 s	70.47 s	70.47 s
P2	45.06 s	27.72 s	62.50 s	83.00 s
P3	50.35 s	19.50 s	53.68 s	77.67 s
Hi-pot	33.94 s	33.94 s	33.94 s	33.94 s
Target	x	56 ks/h	51 ks/h	43 ks/h

Target byl vypočítán vždy 3600 (počet sekund v hodině) poděleno o nejdelší pozici v konfiguraci. Příklad: $3600/64.25=56.03$. Zaokrouhuje se vždy na celé číslo dolů, protože pokud není číslo celé, není dle výpočtu možno jednotku vyrobit a musí se počítat pouze s těmi vyrobenými.

V tabulce níže je porovnání mezi starými targety pro linku se sedmi operátory a novými targety pro linku s pěti operátory, i s procentuálním rozdílem.

Tabulka č. 24: Targety na starý vs. nový proces

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Targety			
Konfigurace	7 operátorů	5 operátorů	% rozdíl
Easy	69 ks/h	56 ks/h	18,84 %
Medium	55 ks/h	51 ks/h	7,27 %
Hard	44 ks/h	43 ks/h	2,27 %
Průměr	56 ks/h	50 ks/h	10,71 %

Nejvýraznější rozdíl je u konfigurace easy, kde bylo snížení na 56 kusů za hodinu stěžejní, procentuální rozdíl činí 18,84 %. U medium konfigurace je pak rozdíl pouze 4 ks/h, v procentech 7,27 %. Rozdíl u hard konfigurace je pouze jeden kus, což je 2,27 %.

4.3 Přínos návrhu

Maximální počet kusů, které lze vyrábět bez toho, aniž by hrozilo zastavení výrobních linek kvůli přeplněným testům, je 56 kusů na hodinu na jednu linku. Největším přínosem návrhu je dosažení tohoto cíle a tím absolutní eliminace prostojů kvůli přeplněným testům a plýtvání spojené s nimi. V číslech to znamená: úbytek prostojů v průměru 171 minut na měsíc, snížení defektů způsobené test operátory o 17 % a odstranění nadbytečného transportu jednotky, který v době prostojů prodlužoval čas o 34,3 % (u samotného operátora a jeho cesty pak 36,5 %).

Dalším přínosem je efektivnější a vyváženější využití jednotlivých pozic. Po redukcí počtu operátorů ze sedmi na pět je procentuální rozdíl operátorů na lince menší o 28,6 %, zatímco výstup z linek je menší v průměru jen o 10,71 %. Tzn. při snížení počtu operátorů o téměř třetinu se zmenšila výroba o pouhou desetinu. Navíc díky efektivnějšímu a vyváženějšímu využití se také velmi zmenšila šance na chybovost spojenou s porušováním procesu, na který již nebude tolik prostoru.

Spolu s menším počtem operátorů se pojí menší výdaje na mzdy, ale také strategičtější plánování lidských zdrojů. Díky snížení počtu operátorů na linkách lze například nahradit agenturní zaměstnance kmenovými, jejichž mzdy jsou nižší. Po odebrání dvou operátorů z linky se na jedné lince dohromady ušetří za mzdy čtyř lidí, jelikož se pracuje ve dvousměnném provozu. Vzhledem k tomu, že nelze použít skutečné mzdy k propočtu nákladů a úspor, bude výpočet proveden na základě mzdového průzkumu mezd v Jihomoravském kraji, která u procesního a NPI inženýra vychází v průměru na 57 500 Kč, u operátora pak na 28 500 Kč (32). Na hodinu pak mzda u měsíce s 20 pracovními dny vychází u obou inženýrů na 359,38 Kč a u operátora na 178,13 Kč.

Tabulka č. 25: Jednorázové náklady
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Jednorázové náklady		
Vykonavatel	Činnost	Mzda
Procesní inženýr	Nastavení procesu	14 375,20 Kč
NPI inženýr	Nastavení Linek	718,76 Kč
Celkem jednorázově		15 093,96 Kč

Měření, analýzy a samotná změna procesu trvala 40 hodin, což na mzdě procesního inženýra činí 14 375,2 Kč. Dále pak NPI inženýr musí nastavit tento proces na linky, aby se operátorům ukazoval postup na obrazovkách, což je práce na 2 hodiny, tj. 718,76 Kč. Linky mají všechno potřebné vybavení, není tedy třeba žádných dalších činností ke zprovoznění tohoto návrhu. Celkové jednorázové náklady činí 15 093,96 Kč.

Tabulka č. 26: Měsíční náklady

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Měsíční náklady		
Vykonavatel	Činnost	Mzda
Procesní inženýr	Údržba procesu	1 437,52 Kč
NPI inženýr	Přenastavení linek	359,38 Kč
Celkem měsíčně		1 796,90 Kč

V rámci neustálého zlepšování je nutné proces dále měřit a analyzovat, nad čímž procesní inženýr stráví zhruba 4 hodiny měsíčně (1 437,52 Kč). V případě uskutečnění změn bude muset přenastavit linky NPI inženýr, což mu zabere v průměru hodinu za měsíc, která bude stát 359,38 Kč. Dohromady vychází měsíční náklady na 1 796,9 Kč.

Tabulka č. 27: Hodinová úspora

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Hodinová úspora	
Aktivní linky vyrábějící modely FF	Úspora za mzdy
1 linka	356,26 Kč
2 linky	712,52 Kč
3 linky	1 068,78 Kč

Úspora je uvedena v hodinách, jelikož bude záviset na objemu výroby modelů FF. Na každou linku, které tyto modely budou vyrábět se ušetří za mzdy dvou operátorů, což na hodinu činí úsporu 356,26 Kč. Pokud by vyráběla modely FF pouze jedna linka, jednorázové náklady se vynulují za 42 hodin a 22 minut výroby, měsíční pak za 5 hodin a 3 minuty.

4.4 Ověření způsobilosti návrhu

Tato část mé diplomové práce se věnuje ověření způsobilosti návrhu. V rámci metodiky DMAIC se jedná o poslední část, konkrétně písmenko C – Control.

V tabulkách č. 28, 29 a 30 v následujících kapitolách jsou hodinové výstupy po změně výrobního procesu a odebrání dvou operátorů. V době sbírání dat byl proces již 14 dní zaveden, proběhlo 10 měření a byly vybrány vzorky s největším počtem kusů (nejdelším celkovým časem výroby) pro jednotlivé konfigurace tak, aby byla interpretace výsledků co nejvýstižnější. Kapitoly 4.4.1 až 4.4.3 jsou pro všechny jednotlivé konfigurace, vždy s hodinou výroby, targetem pro danou konfiguraci, reálným výstupem z linky, rozdílem targetu s reálným výstupem a součtem těchto ukazatelů. Ve 13. hodině je target vždy poloviční, jelikož je do ní započítána půl hodinová pauza na oběd. V 9 a 16 hodin je pauza 15 min, target je tedy $\frac{3}{4}$. Pokud se v dané hodině objevuje písmenko x, tak se na lince nevyráběl jeden z modelů, na který je nový proces vytvořen.

4.4.1 Easy konfigurace

Výroba této zakázky v easy konfiguraci probíhala na lince 3, a to se čtyřmi kmenovými zaměstnanci a jedním brigádníkem.

Tabulka č. 28: Výrobní výstupy pro nový proces – easy konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Easy konfigurace, Linka 3													
Hodina výroby	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Součet
Target [ks]	x	x	x	x	x	56	28	56	56	42	56	56	350
Linka [ks]	x	x	x	x	x	54	26	56	55	43	55	53	342
Rozdíl [ks]	x	x	x	x	x	-2	-2	0	-1	1	-1	-3	-8

Za dobu výroby podle nového procesu se target a reálný výstup z linky lišil pouze o 8 kusů. Většina hodin byla lehce pod hodinovým výrobním cílem, na čemž měl podíl brigádník, který je ještě v zaučení a dělal chyby, které proces zdržely (např. špatné zacvaknutí komponentu na poprvé atd.). Ve 14. hodině se cíl splnil a v 16. hodině, kdy byla přestávka, tak na přepočítaný target se dokonce hodinový výrobní cíl o jednu jednotku překročil.

4.4.2 Medium konfigurace

Výroba zakázky v medium konfiguraci probíhala na lince 1. Všichni operátoři na lince byli zkušení kmenoví zaměstnanci. V této konfiguraci je oproti easy navíc na pozici 1 thermal pad SSD, na pozici 2 WLAN a na pozici 3 COM port.

Tabulka č. 29: Výrobní výstupy pro nový proces – medium konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Medium konfigurace, Linka 1													
Hodina výroby	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Součet
Target [ks]	51	51	38	51	51	51	25	51	51	38	x	x	458
Linka [ks]	49	50	38	51	51	51	24	52	52	38	x	x	456
Rozdíl [ks]	-2	-1	0	0	0	0	-1	1	1	0	x	x	-2

Výroba byla velmi stálá, target a reálný výstup linky se lišil pouze o 2 kusy, což je 0,44 %. Na začátku směny a po obědové pauze se objevily hodiny, které byly v rámci targetu lehce za očekáváním. Tento jev není nijak neobvyklý, na začátku směny či po pauze totiž bývají tzv. „rozjezdy“ pomalejší. Naopak ve 14. a 15. hodině linka zvládla vyrobit o 1 kus na hodinu více.

4.4.3 Hard konfigurace

Výroba zakázky v hard konfiguraci probíhala na lince 1. Všichni operátoři na lince byli zkušení kmenoví zaměstnanci. Konfigurace byla plná a obsahovala všechny komponenty, jež do hard patří.

Tabulka č. 30: Výrobní výstupy pro nový proces – hard konfigurace
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Hard konfigurace, Linka 1													
Hodina výroby	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Součet
Target [ks]	43	43	32	43	43	43	21	43	43	32	43	43	472
Linka [ks]	41	44	33	43	43	43	21	44	43	32	44	42	473
Rozdíl [ks]	-2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	-1	1

Výroba, podobně jako u konfigurace medium, byla velmi stálá. Rozdíl targetu a reálného výstupu linky se lišil pouze o kus, tentokrát kladný (reálný výstup byl vyšší než target).

Na začátku a na konci směny byl výstup menší. V průběhu výroby, konkrétně v 8., 9., 14. a 17. hodině byl hodinový výstup o jeden kus větší než target.

4.4.4 Shrnutí ověření způsobilosti návrhu

Díky výstupům z fáze ověření způsobilosti návrhu lze řešení a nový proces hodnotit velmi pozitivně, jelikož se ověřilo dosažení požadavků, které se od návrhu řešení očekávaly. Prostoje kvůli přeplněným testům byly zcela eliminovány a od provedení řešení se již neobjevily. S tím také vymizely další druhy plýtvání, a to v podobě přebytečného transportu jednotek, přebytečného pohybu operátorů a zvýšeného počtu defektů způsobených test operátory spojených s časovým presem v době prostojů.

Značné překračování targetu (které dříve dosahovalo ve výjimečných případech až dvojnásobku hodinového výrobního plánu a bylo spojené s porušováním procesu vedoucím k zaplnění testů a prostojům) se podařilo pomocí lepšího vyvážení práce na pozicích eliminovat. Malé rozdíly v řádu jednotek, které se ve fázi ověření objevily, lze ve výrobě kvůli značnému lidskému faktoru očekávat (ne/zkušenost a zapracovanost zaměstnanců). Tyto rozdíly se nachází v mezích, které návrh řešení neohrožují. V rámci samotné analýzy na hodinové výstupy linky na předcházení zaplnění testů se dopředu počítalo s rezervou a občasným překročením hodinových výstupů výrobních linek.

Eliminací 2 pracovních míst se snížil také počet potřebných zaměstnanců/operátorů na výrobní lince. Díky tomu mohou být kmenoví zaměstnanci využiti na jiných pracovních pozicích a nahradit agenturní, kteří firmu stojí více peněz. Úspora je ve výši mezd 2 operátorů na linku (na danou směnu, dohromady 4, jelikož jsou směny dvě). Pokud se dané modely dle výrobního plánu budou vyrábět na více linkách, tento způsob se znásobí počtem linek, na kterých se modely budou vyrábět. Jelikož nelze uveřejnit platy operátorů, bude opět proveden modelový výpočet na základě průměru benchmarkové mzdy bez zahrnutí odvodů za sociální a zdravotní pojištění. Úspora v tabulce bude platit za předpokladu, že příslušný počet linek bude celý měsíc vyrábět modely Fujitsu Futro.

Tabulka č. 31: Měsíční úspory

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Aktivní linky vyrábějící modely FF	Odebráno operátorů (obě směny)	Úspory na mzdách (měsíční)
1 linka	4	114 000 Kč
2 linky	8	228 000 Kč
3 linky	12	342 000 Kč

Díky odebrání dvou operátorů na lince, což dohromady odpovídá čtyřem zaměstnancům, kvůli dvousměnnému provozu, se podařilo ušetřit výrazné finanční prostředky. Pokud by linka vyráběla modely FF po celý měsíc, měsíční úspora činí 114 000 Kč. Při aktivních dvou linkách se ušetří 228 000 Kč a při třech pak 342 000 Kč. Po odečtení měsíčních nákladů na údržbu procesu a případného přenastavení ve výši 1 796,9 Kč je to: na jednu aktivní linku 112 203,1 Kč, na dvě 226 203,1 Kč a na tři 340 203,1 Kč. Návrh lze tedy hodnotit pozitivně a jeho implementaci jako zdařilou, jelikož přinese firmě významné finanční úspory.

ZÁVĚR

Hlavním cílem mé diplomové práce bylo na základě analýzy navrhnout změnu pro vybranou část výrobního systému podniku prostřednictvím vybraných metod a nástrojů štíhlého řízení, které povedou k eliminaci plýtvání.

V teoretické části práce byly definovány základní pojmy a definice týkající se štíhlé výroby, jejích zásad, principu zeštíhlování, materiálového toku, 5S, DMAIC a zlepšování procesů.

V další části jsem se zabýval analýzou současné situace společnosti Inventec. Patří sem představení společnosti, jejího portfolia a politiky. Je zde popsán a zanalyzován výrobní proces z hlediska úzkých míst a plýtvání, zaměřeno na dva konkrétní modely, jimiž jsou Fujitsu Futro S5011 a S7011. Rozebrán je také poměr výstupu výrobní linky proti balící, balancování pozic výrobní linky, překračování targetu a konkrétní druhy plýtvání, jimiž jsou: prostoje kvůli přeplněným testům a s tím spojený zvýšený výskyt defektů, nadbytečný transport jednotek a pohyb operátora. Pomocí analýzy jsem zjistil, že problémem je vysoký hodinový výstup výrobních linek, který byl často i překračován, což způsobovalo přeplnění testů, které na tyto počty nejsou uzpůsobeny.

Ve třetí části proběhla volba navrhovaného řešení, kde pomocí matice výběru řešení bylo zvoleno to nejvhodnější – snížit výstup linky pomocí snížení počtu operátorů na výrobní lince. Na základě požadavků, jež vyšly z analýzy, byl vytvořen nový výrobní proces pro modely FF S5011 a S7011, který byl navrhnout tak, aby zamezil již zmíněnému plýtvání. Věnoval jsem se zde i ověření způsobilosti návrhu, kde se potvrdila jeho funkčnost a splnilo vše, co se od něj očekávalo. Návrh a jeho implementace byla úspěšná a pomohla ke štíhlému řízení výrobního systému, čímž se splnil cíl této diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 80-176-9394-4.
- [2] The Toyota Production System House – 5S Today. *5S Today – 5S Training Solutions and Products* [online]. Copyright © 2023 [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://blog.5stoday.com/the-toyota-production-system-house/>
- [3] LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [4] VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ. *Podniková ekonomika*. Praha: Grada, 2012, 570 s. ISBN 978-80-247-4372-1.
- [5] Lean Manufacturing Training Materials - Lean Factories. *Lean Factories - Let Us Work Together To Grow Lean Manufacturing* [online]. [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://leanfactories.com/lean-training-materials/>
- [6] SC&C PARTNER. *Lean Six Sigma Příručka*. Vyd. 6. Copyright © Praha, 2022.
- [7] Art of Lean - Website for Art of Lean, Inc. *Information pertaining to Leadership, Lean Thinking, and the Toyota Production System* [online]. Copyright © [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: http://artoflean.com/wp-content/uploads/2019/01/Basic_TPS_Handbook.pdf
- [8] KERŤKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012, 176 s. ISBN 978-80-7179-319-9.)
- [9] VESELÁ, Jana a Petra KANIOKOVÁ VESELÁ. *Sociologické aspekty managementu*. Praha: Grada, 2011, 200 s. ISBN 978-80-247-2792-9.
- [10] VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 2013, 685 s. ISBN 978-80-247-4642-5
- [11] BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [12] TISBURY, Jason. *Your 60 Minute Lean Business-Jidoka*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014, 54 s. ISBN 978-150-313-297-9
- [13] Jidoka - Lean Enterprise Institute. *Lean Enterprise Institute | Learn Lean Thinking & Practice* [online]. Copyright © 2000 [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: <https://www.lean.org/lexicon-terms/jidoka/>

- [14] What exactly is Jidoka? | AllAboutLean.com. *AllAboutLean.com – Organize your Industry* [online]. Copyright © [cit. 2022-12-4]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/jidoka-1/>
- [15] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [16] *Systém tahu ve výrobním prostředí*. Brno: SC&C Partner, 2008, 95 s. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-0-3
- [17] An Introduction to Push and Pull Inventory Management | Montrichard Group. *Watch Manufacturer and Supply Chain Solution | Montrichard Group* [online]. Copyright © 2022 Montrichard [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://www.montrichardwatch.com/an-introduction-to-push-and-pull-inventory-management/>
- [18] KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5
- [19] ŌNO, Taiichi a Norman BODEK. *Toyota Production System: beyond Large-Scale Production*. Boca Raton: CRC Press, 1988. ISBN isbn0-915299-14-3.
- [20] ROSER, Christoph. *Ten Rules When to Use a FIFO, When a Supermarket*. Allaboutlean.com. [online] © 2013 [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/fifo-vs-supermarket-part1/>
- [21] HIRANO, Hiroyuki a Melanie RUBIN. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno: SC&C Partner, 2009, 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [22] What is 5S? 5S System is explained including tips on getting a 5S program started. *5SToday.com | 5S Training Solutions and Products* [online]. Copyright © 2022 [cit. 2022-12-17]. Dostupné z: <https://www.5stoday.com/what-is-5s/>
- [23] SHANKAR, Rama. *Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC Guide*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 2009. ISBN 978-0-87389-752-5
- [24] SVĚT PRODUKTIVITY. DMAIC - Model řízení Six Sigma projektu. *Svět produktivity* [online]. © [cit. 2022-12-26]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/DMAICModel-řízení-Six-Sigma-projektu.htm>
- [25] GEORGE, Michael L., Dave ROWLANDS a Bill KASTLE. *Co je Lean Six Sigma?* Brno: SC&C Partner, 2005. ISBN 80-239-5172-6.

- [26] MORGAN, John a Martin BRENIG-JONES. *Lean Six Sigma For Dummies®*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2009. ISBN 978-0470756263
- [27] NITANA s.r.o. Paretova (ABC) analýza – mocný nástroj v logistice, marketingu i obchodu. *Businessvize.cz* © 2010-2011. [online]. [cit. 2022-12-27]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abcanalyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>
- [28] KOŠTURIÁK, Ján a Kateřina JANOŠKOVÁ. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.
- [29] UČEŇ, Pavel. *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. Praha: GRADA Publishing 2008, 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0.
- [30] Inventec (Czech), s.r.o. *Školení pro nové zaměstnance* [prezentace]. 2022. Brno. Inventec (Czech), s.r.o. [cit. 2023-01-13].
- [31] Inventec (Czech), s.r.o. *Výrobní hala* [prezentace]. 2022. Brno. Inventec (Czech), s.r.o. [cit. 2023-01-24].
- [32] GRAFTON RECRUITMENT s.r.o. *Mzdový průzkum*. Copyright © Praha, 2022

SEZNAM ZKRATEK

ESD – Electrostatic Discharge

FF – Fujitsu Futro

OOBA – Out of Box Audit

QR – Quick Response

RBA – Responsible Business Alliance

SA8000 – Social Accountability 8000

SMT – Surface Mount Technology

WIP – Work In Progress

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: SIPOC.....	30
Tabulka č. 2: Základní informace o společnosti	36
Tabulka č. 3: Kategorizace materiálů.....	42
Tabulka č. 4: Balancování easy konfigurace.....	55
Tabulka č. 5: Balancování medium konfigurace	56
Tabulka č. 6: Balancování hard konfigurace	57
Tabulka č. 7: Průměrná doba transportu a pohybu v testech.....	59
Tabulka č. 8: Matice výběru řešení.....	66
Tabulka č. 9: Materiál vstupující do jednotky.....	69
Tabulka č. 10: Materiály a operace na pozici Detrash	71
Tabulka č. 11: Doby trvání pozice Detrash	72
Tabulka č. 12: Materiály a operace na pozici 1	72
Tabulka č. 13: Doby trvání pozice 1.....	73
Tabulka č. 14: Materiály a operace na pozici 2	73
Tabulka č. 15: Doby trvání pozice 2.....	74
Tabulka č. 16: Materiály a operace na pozici 3	75
Tabulka č. 17: Doby trvání pozice 3.....	75
Tabulka č. 18: Materiály a operace na pozici Hi-pot	76
Tabulka č. 19: Doby trvání pozice Hi-Pot	76
Tabulka č. 20: Časy pozic pro easy konfiguraci	77
Tabulka č. 21: Časy pozic pro medium konfiguraci.....	78
Tabulka č. 22: Časy pozic pro hard konfiguraci.....	79
Tabulka č. 23: Nové targety	80
Tabulka č. 24: Targety na starý vs. nový proces.....	80
Tabulka č. 25: Jednorázové náklady.....	81
Tabulka č. 26: Měsíční náklady	82
Tabulka č. 27: Hodinová úspora	82
Tabulka č. 28: Výrobní výstupy pro nový proces – easy konfigurace	83
Tabulka č. 29: Výrobní výstupy pro nový proces – medium konfigurace.....	84
Tabulka č. 30: Výrobní výstupy pro nový proces – hard konfigurace	84
Tabulka č. 31: Měsíční úspory	86

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Rozdíl mezi výrobou výrobních a balících linek	53
Graf č. 2: Počet aktivních balících vs. výrobních linek	54
Graf č. 3: Balancování easy konfigurace	55
Graf č. 4: Balancování medium konfigurace	56
Graf č. 5: Balancování hard konfigurace	57
Graf č. 6: Prostoje způsobené zaplněnými testy	58
Graf č. 7: Výroba na target easy konfigurace	61
Graf č. 8: Výroba nad target medium konfigurace	62
Graf č. 9: Výroba nad target hard konfigurace	63
Graf č. 10: Nové balancování easy konfigurace	77
Graf č. 11: Nové balancování pro medium konfiguraci	78
Graf č. 12: Nové balancování pro hard konfiguraci	79

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: House of Toyota	15
Obrázek č. 2: Pilíře štíhlé výroby	16
Obrázek č. 3: Systém tlaku vs. systém tahu	24
Obrázek č. 4: 5S	28
Obrázek č. 5: Inventec ve světě	35
Obrázek č. 6: Organizační struktura	37
Obrázek č. 7: Inventec Slatina	39
Obrázek č. 8: Výrobní proces	41
Obrázek č. 9: Layout haly	43
Obrázek č. 10: Proces výrobní linky	45
Obrázek č. 11: Pozice na výrobní lince	46
Obrázek č. 12: SIPOC	49
Obrázek č. 13: Rozložení pozic na lince dle nového procesu	68