

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Uplatnění metod štíhlé výroby
ve společnosti ComAp a.s.**

(Bakalářská práce)

Přerov 2022

Josef Bárta



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Zadání bakalářské práce

| | |
|------------------|--------------------|
| student | Josef Bárta |
| studijní program | Logistika |
| obor | Dopravní logistika |

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

Název tématu: **Uplatnění metod štlhlé výroby ve společnosti ComAp a.s.**

Cíl práce:

Na základě analýzy pracovních postupů a časů nutných k produkci ve společnosti ComAp Group s.r.o. navrhnout konkrétní úpravy výrobního programu pro snížení chybovosti, zrychlení výroby a minimalizaci nákladů.

Zásady pro vypracování:

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

Bakalářskou práci zpracujte v těchto bodech:

- Úvod
 2. Obecná charakteristika štlhlé výroby
 3. Charakteristika vybraného podniku
 4. Definice konkrétních cílů a metodiky práce
 5. Návrhy racionalizačních opatření
- Závěr

Rozsah práce: 35 – 50 normostran textu

Seznam odborné literatury:

HOLMAN, R.: Ekonomie, C.H.BECK, 1999, ISBN 80-7179-255-1.

ŘÍHA, Z. a kol.: Ekonomika a řízení podniku, Nakladatelství ČVUT, 2009, ISBN 978-80-01-04434-6.

TICHÝ, J.: Základy podnikové ekonomiky, Nakladatelství ČVUT, skripta ČVUT FD, 2011, 978-80-01-04763-7.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Tichý, Ph.D.


Datum zadání bakalářské práce:

31. 10. 2021

Datum odevzdání bakalářské práce:

6. 5. 2022

Přerov 31. 10. 2021


Ing. et Ing. Iveta Dočkalíková, Ph.D.
vedoucí katedry


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

Čestné prohlášení

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

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

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

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

V Přerově, dne 19. 8. 2022

.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Janu Tichému, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Aleši Petříkovi za zaškolení a edukaci týkající se procesů ve výrobě.

Anotace

Bakalářská práce pojednává o štíhle výrobě. Začátek práce je zaměřen na představení podniku, jeho historii, materiálový tok, procesy a popis produktů, na které je zaměřená praktická část. Další část seznamuje čtenáře se štíhlou výrobou, její historií a metodikami. Praktická část se zaměřuje na analýzu výrobních procesů ve vybrané společnosti. Na základě analýzy jsou pak definovány návrhy na zlepšení.

Klíčová slova

Výroba; proces; operace; cena; cenový rozpad

Annotation

The bachelor's thesis deals with lean production. The beginning of the work is focused on the introduction of the company, its history, material flow, processes and product description, on which the practical part is focused. The next part introduces the reader to lean manufacturing, its history and methodologies. The practical part is focused on the analysis of production processes in the selected company. Based on the analysis, proposals for improvement are then defined.

Keywords

Production; process; operation; price; cost breakdown

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod..... | 9 |
| 1 Charakteristika vybraného podniku..... | 10 |
| 1.1 Představení společnosti | 10 |
| 1.1.1 Historie..... | 10 |
| 1.1.2 Výrobní program..... | 10 |
| 1.2 Výrobky..... | 10 |
| 1.3 Zavádění nového projektu..... | 11 |
| 1.4 Materiálový tok | 13 |
| 1.5 Plánování dodávek a výroby produktů..... | 14 |
| 1.6 Výroba..... | 15 |
| 1.6.1 Výroba IL4..... | 16 |
| 2 Obecná charakteristika štihlé výroby | 18 |
| 2.1 Definice | 18 |
| 2.2 Počátky štihlé výroby | 18 |
| 2.3 Metody štihlé výroby | 20 |
| 2.3.1 Zaměření se na zákazníka | 20 |
| 2.3.2 Analýza toku | 20 |
| 2.3.3 Plýtvání | 20 |
| 2.3.4 Nepřetržitá výroba | 24 |
| 2.3.5 Systém tahu..... | 24 |
| 2.4 Nástroje štihlé výroby | 24 |
| 2.4.1 Just in time | 24 |
| 2.4.2 Just in sequence | 25 |
| 2.4.3 Jidoka | 25 |
| 2.4.4 Poka Yoke..... | 25 |
| 2.4.5 SMED (Single Minute Exchange of Die)..... | 26 |
| 2.4.6 Kaizen | 26 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.4.7 | Kanban = vizuální karta | 27 |
| 2.4.8 | PDCA cyklus | 28 |
| 2.4.9 | 5S metoda | 28 |
| 2.4.10 | Metoda 5x proč | 29 |
| 3 | Definice konkrétních cílů a metodiky práce..... | 30 |
| 4 | Návrhy racionalizačních opatření..... | 31 |
| 4.1 | Výrobní závod A | 31 |
| 4.2 | Výroba produktu AMF 8 ve výrobním závodě A | 31 |
| 4.2.1 | THT2 Tvarování | 32 |
| 4.2.2 | THT2 Zakládání..... | 33 |
| 4.2.3 | THT 1 Vlňa | 34 |
| 4.2.4 | M4 Tisk štítků..... | 34 |
| 4.3 | Výroba AMF25 ve výrobním závodě A..... | 36 |
| 4.3.1 | THT 1 Mechanická kontrola..... | 37 |
| 4.3.2 | M4 Comap test Comap 1 | 37 |
| 4.3.3 | M4 Tisk štítků..... | 42 |
| 4.4 | Výroba MRS 16 ve výrobním závodě A..... | 44 |
| 4.4.1 | M4 ComAp montáž L4 | 45 |
| 4.4.2 | M4 ComAp test L.4.2 | 46 |
| 4.4.3 | M4 ComAp balení 1 | 47 |
| 4.4.4 | Expedice..... | 49 |
| 4.5 | Výroba AMF 8 ve výrobním závodě B..... | 50 |
| 4.5.1 | Testování..... | 52 |
| 4.6 | Ceny vstupních komponent pro AMF 25..... | 52 |
| | Závěr | 55 |

Seznam zdrojů

Seznam grafických objektů

Seznam zkratk

Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na štihlou výrobu ve výrobních závodech, které spolupracují s českou společností ComAp a.s., která se specializuje především na vývoj kontrolérů, které jsou využívány především v kritické infrastruktuře.

Aktuální ekonomická situace vede řadu firem ke zvyšování cen svých produktů a služeb. Aby společnost ComAp a.s. byla dále schopna dodávat zákazníkům produkty vysoké kvality za příznivou cenu, musí hledat řešení, kde ušetřit. Jelikož se stále zdražují vstupní komponenty, musí se společnost zaměřit na oblast výroby, která byla dlouhá léta opomíjena.

Cílem této bakalářské práce je na základě pracovních postupů a časů nutných k produkci ve společnosti ComAp a.s. navrhnout konkrétní úpravy výrobního programu pro snížení chybovosti, zrychlení výroby a minimalizaci nákladů.

První kapitola práce seznamuje čtenáře se společností. Je zde zmínka o historii, výrobním programu, produktech a o výrobě a procesech, které jsou na ni navázané.

Další kapitola je zejména o teorii. Čtenář se zde dočte o historii štihlé výroby a o základních principech a metodách.

Praktická část se vymezuje na vysokoobrátkové produkty, u kterých má smysl investovat do inovací a z dlouhodobého hlediska tak lze ušetřit nejvíce peněz.

V praktické části je dále vypracovaná analýza výrobního procesu. Rozbor vychází z obdržených dat od výrobních závodů, ve kterých je uveden cenový rozpad za výrobu a nakupovaný materiál.

Získaná data jsou následně ve výrobě ověřena měřeními. U operací, se zjištěnými nedostatky, nechybí návrh na zlepšení a možný odhad úspor.

Poslední praktická část rozebírá potenciál dalších úspor na základě analýzy vstupních komponent.

1 Charakteristika vybraného podniku

1.1 Představení společnosti

Firma ComAp a.s. je česká akciová společnost se sídlem v Praze, specializující se na oblast vývoje a výroby řídicích systémů používaných v různých průmyslových odvětvích a energetice. Výrobky, spolu se softwarem a příslušenstvím, zabezpečují řízení a sledování zařízení, které využívají k pohonu spalovací motory.

Jedná se o střední podnik se zhruba 400 zaměstnanci.

1.1.1 Historie

Společnost byla založena v roce 1991 v Praze Liborem Mertlem, Alešem Procházkou a Martinem Málkem. První zakázka se uskutečnila již krátce po založení firmy. Jednalo se o dodání zvukových hlásičů pro nevidomé. Společnost se postupem času rozšiřovala a v roce 2008 měla pobočky po celém světě a za pomoci distributorů se rozšířila do zemí všech kontinentů.

1.1.2 Výrobní program

Firma se zabývá elektrotechnickou výrobou. Hlavními produkty jsou řídicí systémy pro motorové generátory, lodní motory, nebo zařízení poháněná průmyslovými motory. Dále se firma zaměřuje na přestavby a dodávky rozvaděčů včetně řídicích systémů a elektronikou pro duální motory Bi-Fuel a Dual Fuel.

Výroba je zaměřena především na osazování desek plošných spojů a kompletaci výrobku.

1.2 Výrobky

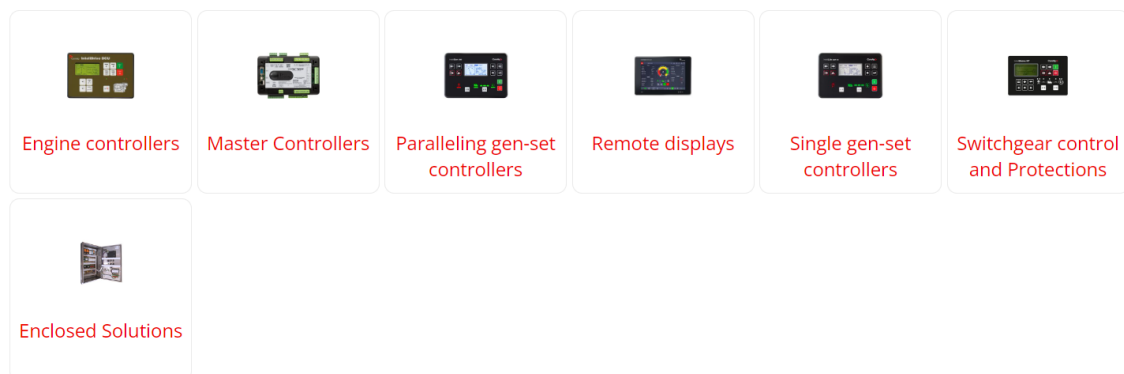
Výrobky ComApu můžeme rozdělit na jednoduché a složitější kontroléry.

Jednoduché kontroléry se uplatňují v zařízeních, kterým je dodáván výkon pouze z jednoho zdroje. Nefunguje tam žádná synchronizace zdrojů. Nejjednodušší kontrolér InteliNano, najde své využití například na stavbách. Jeho úkolem je nastartovat motor s konstantním nastavením výkonu.

Výrobky InteliLite 3 a InteliLite 4 představují další jednoduché a zároveň nejpobulárnější kontroléry. Zařzení ovládají jeden generátor. Ke kontrolérům je možné se pomocí modulu vzdáleně připojit a ovládat ho. K zařzení lze připojit i GPS modul a půjčovny tak mohou systém sledovat. Tato řada je vyráběna v celkem pěti variantách, které lze rozšířit o další komunikační moduly.

Zařzení jsou se rozdělují do dvou hlavních skupin – MRS a AMF. MRS zařzení jsou vždy připojena pouze ke generátoru a měří jeho napětí. Na druhé straně AMF zařzení je síť a startuje při výpadku. Zařzení si měří napětí generátoru i sítě.

Složitější kontroléry umožňují paralelní zapojení a může běžet dodávka elektřiny ze sítě i z generátoru. Kontrolérů může být zapojeno více najednou. Vzájemně o sobě vědí a podle potřeby řídí dodávku elektřiny z různých generátorů. Kontroléry se mohou naprogramovat tak, aby se generátory střídaly. V portfoliu lze nalézt základnější kontroléry bez displeje až po nejsložitější s velkým barevným displejem. Základnější kontroléry také mají menší počet vstupů a výstupů.



Obr. 1.1 Portfolio kontrolérů

Zdroj: [1]

1.3 Zavádění nového projektu

Za návrhem nového produktu stojí marketingové oddělení, které je na začátku celého dodavatelského řetězce.

Informace putují do oddělení hardwaru, kde probíhá výběr vhodných komponent. Následně oddělení hardwaru vytváří BOM (bill of material), neboli kusovník, který říká,

kolik a jaké komponenty musí být v produktu obsaženy. K výrobku také vytvoří výrobní dokumentaci. Celý vývoj produktu probíhá uvnitř ComAp v Pražských Holešovicích.

Následuje výběr vhodného výrobního partnera. Veškerá dokumentace je posílána na stávající i nové potenciální výrobní partnery, kteří vytvoří cenovou nabídku. Na základě této nabídky si ComAp vybere, kde se bude daný produkt vyrábět. Po tomto kroku už má firma k dispozici vše potřebné pro to, aby se stanovila cena produktu.

V dalším kroku provádí vedení společnosti rozhodnutí, zda bude produkt vyráběn na sklad, nebo zda bude vyráběn až po obdržení objednávky od zákazníka. Například u rodiny IL4 je držena u výrobních partnerů dvouměsíční skladová zásoba polotovarů. Tyto produkty mají totiž odlišnou customizaci (zákaznické přelepky) a začínají se kompletovat až po obdržení objednávky od zákazníka. To trvá zpravidla měsíc. Díky tomu, že se drží polotovary, a ne hotové výrobky, se drží nižší skladová zásoba, a to šetří místo na skladování a finance za skladování.

Po výběru vhodného partnera, zaslání objednávky a zpracování dokumentace musí plánování výroby ve výrobním závodě určit, kdy budou produkty vyrobeny. Před zahájením sériové výroby probíhá výroba předsériová, při které se zkouší a odladuje výroba. Produkt se může v této fázi ještě měnit a dovyvíjet.

První a každá další objednávka je stahována z ComAp portálu, kde i výrobní partner potvrzuje datum dodání. V tomto kroku probíhá ověřování skladové zásoby. Díly, které jsou skladem, se dají do statusu alokace a materiál nelze spotřebovat na nic jiného. V případě, že chybí komponenty skladem, probíhá vyhledávání dodavatelů komponent a zakládání první objednávky na vstupní materiál. V tomto případě, kdy nejsou komponenty skladem, se potvrzení výroby odsouvá a realizuje se, jakmile je materiál k dispozici. Tento celý proces trvá zpravidla tři až sedm dní.

Ke změně dokumentace může také dojít během rozpracované výroby. Pokud dojde k této změně, výroba pokračuje na odchylku. Termín výroby s novou výrobní dokumentací se stanovuje zhruba po týdnu, kdy už je nová dokumentace zapracovaná do systému (za předpokladu, že jsou součástky skladem).

Výběr distributorů a vyjednávání cen provádí výrobní závody.

1.4 Materiálový tok

Standardně si vstupní komponenty zajišťuje sám výrobní partner, ale během pandemie Covid 19 nastal se vstupním materiálem problém. Komponenty začaly být zcela nedostupné, nebo se jejich čas dodání výrazně prodloužil. ComAp začal tedy pomáhat s vyhledáváním komponent na volném trhu. Jelikož se ale na volném trhu nachází hodně falešných komponent, putuje dodávka nejprve do ComAp, kde díly hardware oddělení otestuje a rozhodne, zda je možné je dále uvolnit do výroby. V případě, že jsou díly špatné, uplatňuje se reklamace zboží u dodavatele. V případě pozitivních výsledků se komponenty posílají na sklad do Letňan, kam jezdí pravidelný svoz. Poté se materiály posílají na sklady do výrobních závodů.

Po obdržení materiálu od distributorů, nebo od ComApu jde materiál na příjem zboží, kde probíhá první vizuální kontrola balení a kontrola správného množství se správnými dokumenty. Poté materiál pokračuje na druhý příjem se vstupní kontrolou, kde probíhá kontrola jakosti zboží a nalepení interního označení. Tím se zabrání vstupu největšího množství neshodných materiálů či dílů do výroby. Díky tomu nedochází k výrobě nekvalitních produktů.

Po vstupní kontrole putuje materiál na sklad, který má kapacitu 1600 paletových míst. Díly jsou dále vyskladňovány dle FIFO (first in, first out). Vysokoobrátkové díly putují na kanbanový sklad, který se nachází v těsné blízkosti výrobní haly.

Poté, co materiál projde osazováním, stává se z něj polotovar a putuje buď na sklad polotovarů a kompletuje se až dle požadavků zákazníka, nebo se kompletuje ihned a je odeslán na sklad hotových výrobků, který se nachází v Letňanech. Následně oddělení kvality určuje, kde bude provedena výstupní kontrola. Ta může být provedena buď na skladě v Letňanech, nebo se zboží pošle do ComApu a výstupní kontrola probíhá zde.

Po výstupní kontrole dochází k odeslání produktů do poboček po celém světě, odkud pak probíhá distribuce k finálnímu zákazníkovi.

V případě reklamace putuje výrobek přes distributory zpět buď k výrobním partnerům, nebo do ComApu na dílnu, kde probíhá oprava.

1.5 Plánování dodávek a výroby produktů

Během předsériové výroby stanoví ComAp, od kdy se bude produkt prodávat, a začíná plánování sériové výroby.

ComAp posílá do výrobních závodů s předstihem (lead time) objednávky na základě požadavků zákazníka a předem dané strategie. Na základě požadovaného termínu dodání si výrobu plánují sami výrobní závody. Plánování probíhá na základě priorit, dostupnosti vstupního materiálu a průchodnosti. Například u rodiny IL4 jsou různá testovací zařízení a aby byly vylíženy, plánuje se výroba více produktů najednou.

Výrobní závod má přístup do ComAp portálu, na kterém má za úkol potvrdit datum dodání.

Jelikož je v hotových výrobcích uloženo hodně finančních prostředků, rozhoduje o jejich skladových zásobách v Letňanech management ComApu.

S ohledem na rozhodnutí managementu o skladové zásobě probíhá definování pojistné zásoby. Ta může být vypočítána například u výrobků, které se neprodávají kontinuálně, na základě prodejů za posledních šest měsíců.

U produktů, které se prodávají pravidelně, se stanovuje výroba na základě výhledu prodejního oddělení, který má objednávky od zákazníků, případně se odhaduje na základě prodejů z minulosti.

U výrobků, které budou brzy vybíhat, nebo se prodávají minimálně, je snaha nedržet žádnou skladovou zásobu. Proces plánování výroby se zahajuje až tehdy, jakmile přijde objednávka od zákazníka.

Nízkoobrátkové produkty jsou na skladě drženy v malém množství. Je předpoklad, že se produkt nebude dodávat pravidelně, ale jen jednou za čas. Když přijde objednávka, tak je po čem sáhnout a je možné rychle něco dodat zákazníkovi. V případě, že klesne zásoba pod definovanou zásobu, začíná plánování výroby.

U vysokoobrátkových produktů je za běžných okolností snaha držet co nejmenší skladovou zásobu, jelikož jsou vyráběny pravidelně. Jedná se například o produkty rodiny IL3, nebo IL4, které se vyrábějí jednou týdně, maximálně jednou za čtrnáct dní.

Mnohdy se stává, že zákazník navýší objednávku oproti výhledu a celá výroba se musí přeplánovat. S tím také souvisí, že se musí navýšit objednávky na vstupní komponenty.

Během pandemie Covid 19 došlo ke zhoršení dostupnosti vstupních komponentů. Dostupnost se velmi často mění a nyní je snaha držet dvouměsíční skladovou zásobu vysokoobrátkových a středně obrátkových produktů.

Kvůli chybějícím součástkám je nyní velké množství produktů ve skluzu a ComAp proto musí určovat přednostní výrobu. Prioritizace se řeší na schůzkách, které se konají na týdenní bázi. Prioritou je „hasit“ skluz. O případných prioritách rozhoduje produktový management společně se sales, kteří mají přehled kolik, čeho na trhu chybí. Po vykrytí skluzu probíhá plánování na další časové období.

1.6 Výroba

ComAp má vyčleněnou výrobu u výrobních partnerů v pěti výrobních závodech, které jsou rozmístěny po celé České republice. Každému partnerovi je přidělen projekt. Pro ComAp jsou však zásadní dva výrobní závody, které tvoří až devadesát procent obrátu.

O výrobě ve všech závodech se dá mluvit jako o čisté výrobě, kde je nutnost dodržování ESD pravidel. Musí zde být dodržována optimální teplota a vlhkost mezi čtyřiceti až šedesáti procenty. Malá vlhkost vzduchu totiž podporuje vznik elektrostatického nabíjení.

ESD sice normálně nepředstavuje ohrožení pro osoby. Může být však nebezpečné ve výrobním provozu elektronických součástek. Pokud by se ESD nekontrolovalo, mohlo by způsobit totální poškození elektronických konstrukčních celků a závady, které mohou způsobovat vysoké náklady. Poté může docházet k následným selháním, nákladům na opravu a výměny, reklamacím a v konečném důsledku i ke ztrátě zákazníků.

Před ESD je tedy nutná ochrana a ve výrobních závodech jsou vytvořené zóny EPA (Electrostatic Protected Area). V této zóně jsou přijata veškerá opatření pro práci s elektrostaticky citlivými komponenty.

Mezi opatření se řadí:

- ESD pracoviště – stůl, stolní podložka, židle, náramek (připojený uzemňovacím kabelem), podlaha, pásy (znázorňující ESD zónu),
- ESD obuv,
- ESD oblečení – trika, pláště, rukavice,
- ESD nástroje,
- ESD boxy a regály,

- ESD test – každý zaměstnanec se před vstupem do EPA zóny otestuje na správnost funkce osobních ochranných prostředků. Pravidelně pak také probíhá kontrola pracoviště.

1.6.1 Výroba IL4

Výroba výrobků rodiny IL4 probíhá ve dvou výrobních závodech. Výrobní proces se neliší.

Výrobní operace:

- 1 SMT Laser– laserování 2D kódu s číslem polotovaru. Dále obsahuje datum výroby. Tím zanechá první záznam do systému a výrobek je dohledatelný.
- 2 SMT Linka – vylaserované desky putují v pořadačích k SMT linkám, kde si je linky nabírají, na DPS je nanášena pájecí pasta a následně dochází k automatickému osazování komponent. Osazování probíhá pomocí pipety, která si součástky nabere a vkládá je na neosazenou desku. Po osazení putují desky do pecí, kde se pájecí pasta přeměňuje na cín.
- 3 SMT AOI (Automatic Optical Inspection) – počítač si desku naskenuje a automaticky vyhodnotí, zda je deska osazená správně. V případě chyby musí operátor vyhodnotit, zda se skutečně jedná o chybu, nebo ne. V případě chyby musí operátor desku vzít a opravit.
- 4 THT Ruční dělení DPS – osazené desky jsou spojeny dohromady, po 4 kusech a při této operaci se desky ručně oddělují od sebe.
- 5 THT tvarování – Příprava THT komponent (materiálu), vyskladnění, vybalení atd., například kondenzátory mají dlouhé nožičky a při této operaci se nožičky upravují
- 6 THT Zakládání – Na rozdíl od SMT jdou součástky skrz desku. Operace: vyjmutí DPS masky, sken 2D kódu, založení součástek do DPS, založení DPS masky, zavření a aretace masky.
- 7 THT Vlna – průchod vlnou, dochází zde k napájení THT součástek, součástky se pájí zespodu
- 8 THT Mechanická kontrola – operátor pečlivě kontroluje zapájení po THT vlně a v případě drobné závady opravuje

- 9 Lakování – během lakování se nanáší vrstva laku na desku, která zabraňuje průniku vlhkosti. Po nanesení jde deska do pece, kde se vytvrdí.
- 10 Test 1 – zatím bez finální montáže.
- 11 Tisk štítků
- 12 ComAp montáž – tato část je složena z operací: příprava materiálu, kompletace zadního víka, lepení štítků na zadní víko, montáž LCD, nalepení přelepky, montáž baterie a kompletace
- 13 ComAp test 2 – dochází zde k nalévání firmwaru do výrobku a tím vzniká produkt. Od této chvíle se již nesleduje polotovar, ale finální výrobek.
- 14 ComAp balení
- 15 Expedice



Obr. 1.2 Schéma výrobní operace

Zdroj: vlastní zpracování

2 Obecná charakteristika štihlé výroby

2.1 Definice

Štihlá výroba je soubor nástrojů, metod a koncepcí, tedy komplexní přístup, jehož cílem je stabilizovat a zlepšovat výrobní proces, kdy se producent snaží uspokojit potřeby zákazníka, vyrábět produkty v co možná nejkratší době, s minimálními náklady, a to bez ztráty kvality produktu. [2]

Štihlá výroba se v první řadě soustředí hlavně na zákazníka. Dále je charakteristická snaha o propojení vhodných metod štihlé výroby, zapojení všech zaměstnanců do neustálého procesu zlepšování a odstranění veškerých ztrát a nečinností, které nemají žádnou přidanou hodnotu pro zákazníka. Jedině tímto způsobem může firma dosáhnout podstatných zlepšení. [3]

Štihlá výroba je štihlá díky tomu, že poukazuje na způsob, jak více vyrábět s menším počtem vstupů. Je pro ni potřeba méně času, prostoru a lidského úsilí. Zákazník je přitom naprosto uspokojen. [4]

Zásadní je také, aby všichni pracovníci podniku byli ztotožněni s tím, co dělají a čeho chtějí dosáhnout. Úspěch tedy závisí také na uplatňovaném přístupu k práci. [4]

Po zavedení metod štihlé výroby je také zásadní její udržování. Na pracovištích musí být udržována atmosféra neustálého úsilí a zlepšování. Štihlá výroba je dlouhodobá filozofie, která se zaměřuje na poskytování přidané hodnoty zákazníkům. Typické jsou pro ni každodenní úspory a zlepšení. Nutností je podněcování zaměstnanců k tomu, aby navrhovali nová zlepšení. [3]

Lean management (štihlé řízení) není spjat pouze s výrobními podniky. Může být spjat i se společnostmi, které poskytují různé služby, jako například banky, nemocnice, nebo restaurace. V těchto případech se hovoří o štihlém podniku. [5]

2.2 Počátky štihlé výroby

Prvky štihlé výroby se začaly vyvíjet už na počátku průmyslové revoluce z dob Fredericka Winslowa Taylora či Henryho Forda. Ucelený koncept štihlé výroby byl však poprvé zaveden v 50. - 60. letech 20. století v japonské firmě Toyota, kdy tehdejší vedení

řešilo nízkou produktivitu pracovníků. Vedení společnosti si uvědomovalo, že oproti konkurenci dělají některé úkony navíc. Jejich novým cílem tedy bylo odstranění těchto zbytečností s cílem udržet výrobu na vysoké úrovni pomocí zvýšené produktivity práce.

Zavedení tohoto nového přístupu je připisováno někdejšímu manažerovi panu Taiichi Ohno, který byl v roce 1937 vedoucím výrobního útvaru v Toyotě. Za účelem zvýšení produktivity práce a snížením prostojů vybudoval novou výrobní linku, kde jeden výrobní dělník obsluhoval více strojů různých druhů. V těchto dobách byl tento přístup naprosto nevídaný. Vždy platilo, že jeden dělník = jeden stroj. Toyota tedy měla zcela novou vizi do budoucna a povedlo se jí zvýšit produktivitu dvakrát až třikrát. [5]

Základem nového výrobního systému byly a nadále i jsou dva pilíře:

- JIT = Just In Time – přístup k výrobě, který organizuje logistiku materiálu tak, aby se výrobci minimalizovali náklady. Principem metody jsou dodávky materiálu do výroby v předem stanoveném množství a čase, dle aktuálních potřeb. Materiál je tedy dodán přesně v momentě, kdy je potřeba ve výrobě pro další montáž. [6]
- JIDOKA – automatizace s lidskou inteligencí. Cílem je zajištění, že se vadné výrobky nedostanou do další fáze výrobního procesu.

Právě tíživá situace v poválečném období způsobila firmě Toyota finanční krizi, díky které nemohla tvořit vysoké skladové zásoby a investovat. Díky schopnosti a ochotě zaměstnanců reagovat na nové cíle zaměstnavatele vznikl nový výrobní proces, při kterém bylo vynaloženo méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času. Vznikly tak produkty s ještě lepší kvalitou než u konkurence, kde byla masová výroba.

V druhé polovině 20. století bylo díky vynálezu v oblasti redukce nastavovacích časů (SMED) ve výrobním procesu umožněno vyrábět mnohem menší dávky než doposud. Tento trend ukázal své kvality nejen v 70. letech, kdy díky ropné krizi došlo ke zpomalení vývoje průmyslu, ale i v letech následujících. Jen několik společností (Toyota a další japonské automobilky, které již od Toyoty převzaly některé výrobní procesy) během této recese vyrábělo se ziskem. V průběhu let 1965–1980 vzrostl podíl Japonska na celosvětové produkci automobilů z 8 % na 29 %. Tento vývoj samozřejmě nešel pozornosti ostatním světovým výrobcům, kteří následně převzali výrobní systém Toyoty a začali filosofii štíhlé výroby implementovat (až již úspěšně či neúspěšně) i v ostatních firmách. [6]

2.3 Metody štíhlé výroby

Pod pojmem lean manufacturing (štíhlá výroba) se skrývá široká škála prostředků a postupů, které spojuje společný cíl. Cílem je optimálně vybalancovaný, stabilní a způsobilý výrobní proces s minimálními investicemi na pořízování nových věcí, na náklady na údržbu a seřizování zařízení, na energii a na lidské zdroje. Pro štíhlou výrobu je charakteristická snaha o optimalizaci procesů a co největší uspokojování potřeb zákazníka. K optimalizaci je potřeba správné plánování a kontrola spotřeby všech výrobních faktorů. Tímto způsobem je tedy možné odstranit činnosti, které nedávají žádnou přidanou hodnotu. [5]

2.3.1 Zaměření se na zákazníka

Hlavní metodou Lean managementu je vytváření hodnoty pro zákazníka optimalizací zdrojů. Principy štíhlého řízení si kladou za cíl vytvořit stabilní pracovní postup založený na aktuální poptávce zákazníka. Neustálé zlepšování je hlavní součástí Lean managementu a zajišťuje, že každý zaměstnanec je zapojen do procesu zlepšování. [3]

2.3.2 Analýza toku

Mapování hodnotového toku, známé také jako „mapování toku materiálů a informací“, je metoda štíhlého řízení pro analýzu současného stavu a navrhování budoucího stavu pro řadu událostí, které odebírají produkt nebo službu od počátku konkrétního procesu, dokud se nedostane k zákazníkovi. Vzhledem k tomu, že trh je den ode dne nasycenější, zákazníci jsou stále domýšlivější a je obtížnější je přesvědčit, že jim poskytnete hodnotu, kterou hledají. Naštěstí má Lean způsob, jak vás dostat před konkurenci vizualizací a vylepšením toku hodnot, které poskytnete svým zákazníkům.

2.3.3 Plýtvání

Původních sedm druhů plýtvání (Muda) bylo vyvinuto Taiichi Ohno, hlavním inženýrem v Toyotě, jako součást Toyota Production System (TPS). Těmito sedmi plýtváními jsou Doprava, Zásoby, Pohyb, Čekání, Nadprodukce, Nadměrné zpracování a Defekty. Často jsou označovány zkratkou „TIMWOOD“. Osmým plýtváním je nevyužití lidského potenciálu, které bylo později představeno v 90. letech, kdy byl v západním světě přijat

výrobní systém Toyota. V důsledku toho se těchto osm druhů plýtvání běžně nazývá „TIMWOODS“. [4]

1. Transport – plýtvání při přepravě zahrnují pohyb osob, nástrojů, inventáře, vybavení nebo výrobků déle, než je nutné. Nadměrný pohyb materiálů může vést k poškození a defektům produktu. Nadměrný pohyb osob a zařízení může navíc vést ke zbytečné práci, většímu opotřebení a vyčerpání. V kanceláři by pracovníci, kteří spolu často spolupracují, měli být blízko u sebe. V továrně by měly být materiály potřebné pro výrobu snadno dostupné na místě výroby a mělo by se zamezit dvojitě nebo trojitě manipulaci s materiály. Některá z opatření proti plýtvání při přepravě zahrnují vývoj výrobní linky ve tvaru U, vytváření toku mezi procesy a ne nadměrnou produkci položek v procesu (WIP).
2. Nadzásoba – Často je obtížné považovat přebytečné zásoby za plýtvání. V účetnictví jsou zásoby považovány za aktivum a dodavatelé často poskytují slevy na hromadné nákupy. Ale mít více zásob, než je nutné k udržení plynulého toku práce, může vést k problémům, včetně: vad produktu nebo poškození materiálu, delší průběžné doby ve výrobním procesu, neefektivní alokaci kapitálu a problémům skrytým v zásobách. Nadměrné zásoby mohou být způsobeny nadměrným nákupem, nadprodukcí rozpracované výroby (WIP) nebo výrobou více produktů, než zákazník potřebuje. Nadměrné zásoby brání odhalení problémů souvisejících s výrobou, protože vady mají čas se nahromadit dříve, než jsou objeveny. V důsledku toho bude potřeba více práce na odstranění závad. Plýtváním v kanceláři mohou být soubory čekající na zpracování, zákazníci čekající na servis, nepoužívané záznamy v databázi nebo zastaralé soubory. Plýtvání při výrobě mohou zahrnovat rozbité stroje, které stojí, více hotových výrobků, než je požadováno, další materiály zabírající pracovní prostor a hotové výrobky, které nelze prodat. Některá opatření pro zásoby zahrnují: nákup surovin pouze v případě potřeby a v potřebném množství, snížení rezerv mezi výrobními kroky a vytvoření systému fronty, aby se zabránilo nadprodukcí.
3. Pohyb – plýtvání pohybem zahrnuje jakýkoli zbytečný pohyb osob, zařízení nebo strojů. To zahrnuje chůzi, zvedání, dosahování, ohýbání, protahování a pohyb.

Úkoly, které vyžadují nadměrný pohyb, by měly být přepracovány, aby se zlepšila práce personálu a zvýšila se úroveň zdraví a bezpečnosti. V kanceláři může zbytečný pohyb zahrnovat chůzi, sahání pro materiály, vyhledávání souborů, prohledávání inventáře, abyste našli, co je potřeba, nadměrné kliknutí myši a dvojitě zadávání dat. Výrobní plýtvání pohybem může zahrnovat opakující se pohyby, které zákazníkovi nepřidávají hodnotu, sahání po materiálech, chůze pro nástroj nebo materiály a přenastavení součásti po její instalaci. Některá opatření pro pohyb zahrnují zajištění dobré organizace pracovního prostoru, umístění zařízení blízko místa výroby a umístění materiálů do ergonomické polohy, aby se snížilo natahování a namáhání.

4. Čekání – Mezi plýtvání čekáním patří: lidé čekající na materiál nebo vybavení a nečinné vybavení. Čekací doba je často způsobena nerovnoměrností ve výrobních stanicích a může mít za následek nadměrné zásoby a nadprodukcí. V kanceláři může plýtvání čekáním zahrnovat čekání na odpověď ostatních na e-mail, čekání souborů na kontrolu, neefektivní schůzky a čekání, až počítač načte program. Ve výrobním závodě může odpad při čekání zahrnovat čekání na dodání materiálů, čekání na správné pokyny k zahájení výroby a vybavení s nedostatečnou kapacitou. Některá opatření zahrnují: navrhování procesů pro zajištění nepřetržitého toku nebo toku jednoho kusu, vyrovnání pracovní zátěže pomocí standardizovaných pracovních pokynů a rozvoj flexibilních více kvalifikovaných pracovníků, kteří se mohou rychle přizpůsobit požadavkům práce.
5. Nadprodukce – K nadprodukcí dochází při výrobě produktu nebo prvku produktu předtím, než je požadován. Může být lákavé vyrábět co nejvíce produktů, když má pracovník čas nebo jsou zařízení nečinná. Daleko účinnější metodou je vyrábět produkty podle filozofie Just In Time, právě tehdy, když jsou potřeba. Nadprodukce vede k řadě problémů, včetně zabránění hladkému průběhu práce, vyšších nákladů na skladování, vyžadující větší kapitálové výdaje na financování výrobního procesu a nadměrnou dobu realizace. Navíc nadprodukce produktu vede také ke zvýšení pravděpodobnosti, že produkt nebo množství vyrobených produktů překračuje požadavky zákazníka. V kancelářském prostředí by nadprodukce mohla zahrnovat vytváření dalších kopií, vytváření zpráv, které

nikdo nechte, poskytování více informací, než je potřeba, a poskytování služby dříve, než ji zákazník požaduje. Nadprodukce výroby zahrnuje výrobu více produktů, než je požadováno, prostřednictvím „systému tlačení výroby“ nebo výrobu produktů ve větších velikostech dávek, než je potřeba. Pro nadprodukcí existují tři opatření. Za prvé, použití „Takt Time“, které zajišťuje, že rychlost výroby mezi stanicemi bude rovnoměrná. Za druhé, zkrácení doby přípravy umožňuje výrobu malých sérií nebo toku jednoho kusu. Za třetí, pomocí systému „pull“ nebo „Kanban“.

6. Zbytečné zpracování – Nadměrným zpracováním se rozumí provedení více práce, přidání více komponent nebo více kroků v produktu nebo službě, než požaduje zákazník. Při výrobě by to mohlo zahrnovat použití lepšího zařízení, než je nutné, použití komponent s kapacitou nad rámec toho, co je požadováno, provádění většího počtu analýz, než je potřeba, přepracování řešení, úpravy komponenty poté, co již byla nainstalována, a více funkcí v systému. V kanceláři může nadměrné zpracování zahrnovat generování podrobnějších zpráv, než je potřeba, zbytečné kroky v procesu nákupu, vyžadování zbytečných podpisů na dokumentu, dvojitě zadávání dat, vyžadování více formulářů, než je potřeba, a další krok v pracovním postupu. Jedním jednoduchým způsobem, jak čelit nadměrnému zpracování, je porozumět požadavkům na práci z hlediska zákazníka. Před zahájením práce je nutné vždy myslet na zákazníka, vyrábět na úrovni kvality a očekávání, které si zákazník přeje, a vyrábět pouze potřebná množství.
7. Zmetky a vady – Vady se vyskytují, když výrobek není způsobilý k použití. To obvykle vede buď k přepracování, nebo sešrotování produktu. Oba výsledky jsou plýtvání, protože zvyšují provozní náklady, aniž by zákazníkovi přinášely jakoukoli hodnotu. Mezi opatření patří: vyhledání závady, zaměření se na ni, navržení procesu, který odhalí abnormality, přepracování standardů práce.
8. Nevyužití lidského potenciálu – I když to nebylo součástí Toyota Production System (TPS), mnoho lidí si je dobře vědomo 8. druhu plýtvání. Osmý druh plýtvání je také popisován jako plýtvání nevyužitým lidským talentem a vynalézavostí. K tomuto plýtvání dochází, když organizace odděluje roli

managementu od zaměstnanců. V některých organizacích je odpovědností managementu plánování, organizace, kontrola a inovace výrobního procesu. Úkolem zaměstnance je jednoduše plnit rozkazy a vykonávat práci podle plánu. Bez zapojení znalostí a odbornosti pracovníka v první linii je obtížné zlepšit procesy. To je způsobeno skutečností, že lidé, kteří vykonávají práci, jsou těmi, kdo jsou nejschopnější identifikovat problémy a navrhnout jejich řešení. V kanceláři by nevyužitý talent mohl zahrnovat nedostatečné školení a umístění zaměstnanců na pozice pod úroveň jejich schopností a kvalifikace. Ve výrobě je toto plýtvání vidět, když jsou zaměstnanci špatně vyškoleni, nevědí, jak efektivně obsluhovat zařízení, když zaměstnanci dostanou pro danou práci nesprávný nástroj a když zaměstnanci nejsou vyzváni, aby přišli s nápady na zlepšení práce.

2.3.4 Nepřetržitá výroba

Další zásadou je, aby výroba běžela kontinuálně (od vstupních materiálů až po hotové produkty). V případě, že by se takto nedělo, vznikala by rozpracovaná výroba a bylo by potřeba více meziskladů.

2.3.5 Systém tahu

Systém tahu, nebo také pull system, je založen na předpokladu, že podnik vyrábí čistě na požadavcích svého zákazníka. Objednání materiálů a zahájení výroby začíná až v momentě, kdy zákazník pošle svou objednávku. Tento způsob napomáhá k řízení zásob a proti nadprodukci. Cílem systému je dodat zákazníkovi ve správný čas na správné místo. V praxi mají firmy nastavenou pojistnou zásobu na materiály, aby nedocházelo k výpadkům dodávek. [10]

2.4 Nástroje štíhlé výroby

2.4.1 Just in time

Just in time, zkráceně JIT, je označení pro jeden z klíčových nástrojů při zavádění štíhlé výroby. Jedná se o filozofii výroby, která organizuje logistické toky, s cílem minimalizovat dopravní a skladovací náklady. Výrobky jsou vyráběny v množství a čase, dle požadavků zákazníka. Jednotlivé materiálové subdodávky jsou zajišťovány tak, aby

byly k odběru přesně v momentě, kdy mají být použity ve výrobním procesu. Díky této metodě se minimalizuje pohyb materiálu a výrobní linky jsou uskupeny tak, aby co nejvíce snižovaly náklady na dopravu a skladování. Užití metody klade velmi vysoké nároky na přesnou koordinaci všech souvisejících procesů a toků. Například v automobilovém průmyslu. [4]

2.4.2 Just in sequence

Jedná se o nejvyšší formu JIT, která je řízená pokročilými informačními systémy. Zákazník dostává materiály přímo k montážní lince v přesně daném pořadí, množství a čase. Tato filozofie se používá především pro vysoce rozměrné komponenty tak, aby se předešlo zbytečnému skladování. Dále se používá pro komponenty, které mají velkou variabilitu. Například v automotive se tímto způsobem dodávají sedačky, nárazníky, nebo například stropy. Výrobci, kteří jsou umístěni ve vzdálenějších lokalitách od odběratele, budují sklady, které sekvencují dodávky a vozí je na linku tak, jak zákazník požaduje.

2.4.3 Jidoka

Jidoka je japonský výraz pro autonomizaci. Slouží k monitoringu vadných výrobků, aby se předešlo k přesunu do dalšího výrobního procesu tak, aby nebyl narušen. Tento nástroj nemá žádnou přidanou hodnotu výrobku, zvyšuje náklady a snižuje produktivitu. Jidoka je založena na tom, že operátor nemusí pasivně kontrolovat chod stroje, protože stroj je vybavený takovými funkcemi, že je schopen se zastavit a dát signál operátorovi, který musí začít řešit problém. [4]

2.4.4 Poka Yoke

Jedná se o nástroj štíhlé výroby, který je překládán jako „zabraňování pochybení“ a používá se především v automotive. Především se jedná o mechanismy, nebo zařízení ve výrobě, které zabraňují chybám způsobenými lidmi, a tudíž nelze vyrobit špatný výrobek. Smyslem je eliminace defektních výrobků za pomoci prevence, nápravy a upozornění na chyby, které tyto defekty způsobují. [13]

2.4.5 SMED (Single Minute Exchange of Die)

SMED znamená v překladu Výměna nástroje během jedné minuty. Je to metoda zkracování časů přetypování výrobních zařízení.

Cíle této metody jsou: získání té části kapacity stroje, která je ztrácena jeho dlouhým přestavováním a zajištěním rychlého přechodu z jednoho typu výrobku na druhý a tím umožnění výroby v malých dávkách. Výhodami výroby v malých dávkách jsou její vyšší pružnost, nižší rozpracovanost výroby, kratší průběžná doba ve výrobě, snížení plýtvání, zmenšení objemu zásob a zrychlení reakce na změny v požadavcích zákazníka. [11]

Metoda SMED je zaměřena na fázi výrobního procesu, kdy na výrobní lince dochází ke změně výrobků, nebo výrobních dávek a je třeba seřízení stroje, výměna formy, nebo například změna nástrojů. [11]

Tuto metodu vyvinul japonský průmyslový inženýr, který byl považován za světového odborníka na výrobní postupy Toyota Production System. [6]

Metoda je popsána v následujících krocích:

- analýza procesu výměny a seřizování – zaznamenání aktuálního stavu pracovního postupu a jeho měření,
- návrh řešení – odstranění úzkých míst – přemístění strojů, nářadí, úprava pracoviště, změna technologie,
- testování a vyhodnocení nového postupu,
- realizace opatření,
- standardizace.

2.4.6 Kaizen

Metoda byla poprvé objevena v Japonsku v padesátých letech dvacátého století s cílem napomoci rekonstrukci poválečného Japonska. Metodu proslavila Toyota, kde ji zavedl Taiichi Ohno, který se chtěl zaměřit na zlepšování kvality výroby a na její zdokonalování. [6]

Kaizen se také označuje jako neustálé zlepšování. Tento termín je překládán jako „Kai – Změna“ a „Zen – Lepší“, tedy něco jako změna k lepšímu. Metoda si zakládá na tom, že velkých cílů lze dosáhnout s pomocí malých, každodenních změn. Je to neustálý vývoj

kupředu, který je opírán o malé, den za dnem opakované zdokonalení. Metoda funguje pouze v případě, když ji dodržuje každý člen týmu a všichni se snaží přicházet s novými nápady pro zlepšení. Důležité je se každým dnem soustředit na eliminaci problémů a optimalizaci pracovních postupů. [4]

Kaizen je především stav mysli. Podle této metody je důležité nenasadit moc velké tempo, ale stoupat krok za krokem a na konci cesty dosáhnout definovaného cíle. Dle metody je lepší kráčet kupředu pomalu, ale s jistotou. [4]

Opakované změny jsou v důsledku efektivnější než jediná radikální změna. Mozek si dává pozor na radikální změny, protože jsou vyhodnoceny jako potenciální riziko, které je potřeba obejít. Pokud se chce předejít boji proti změnám, je lepší cíl rozložit na menší a lépe zvládnutelné úkoly. Menší úkoly mohou vyvolat radost z naplnění a jedinec tak neztrácí odhodlání.

Základními pilíři jsou:

- neustálé zlepšování,
- cílem je trvalé zlepšování,
- nalezení skutečné příčiny problému,
- neprodlené řešení problémů,
- jasně stanovené pořadí změn,
- zapojení všech členů při hledání řešení.

Techniky a postupy metody jsou: Kanban, PDCA, 5S metoda, metoda 5x proč, Retrospektiva.

2.4.7 Kanban = vizuální karta

Kanban je systém, který kontroluje tok materiálu a výrobního procesu tahu. Jedná se o samoregulační kontrolu plynulého běhu materiálového toku. Materiálovou objednávku řídí spotřeba ve výrobě a logistický proces je spuštěn podle definované hladiny dostupnosti zásob. Velikost kanbanu je počítána v závislosti na spotřebě, na čase potřebném k doplnění a na materiálové dostupnosti. [12]

Kanbanová karta zpravidla obsahuje: označení materiálu, popis, počet kusů v balení, zdroj, spotřebitele a další interní informace.

Kanbanový cyklus začíná v momentě, kdy je spotřebován poslední kus z Kanbanového kontejneru, v tomto momentě je spuštěn signál. Zpravidla to bývá posláni Kanbanové karty (kontejneru) ke zdroji, kde dochází k znovunaplnění kontejneru, který poté putuje k zákazníkovi. V dnešní době jsou také využívána paměťová média jako kanban karty. Může to být například čárový kód, 2D kód nebo RFID. Data jsou přenášena pomocí sítě ke zdroji.

Mezi hlavní výhody Kanbanu patří předcházení nadvýroby a omezení skladových zásob, optimalizované využití skladových prostor, zvýšená obrátkovost, zvýšená produktivita, zefektivnění časů při výrobě, zkrácení dodání materiálu k lince, vyšší dostupnost dílu.

2.4.8 PDCA cyklus

PDCA cyklus je metodou, která se skládá ze čtyř kroků – plan (plánuj), do (dělej), check (kontroluj), act (jednej). Metoda se využívá při realizaci nápravných opatření. Po realizaci se výsledek vyhodnocuje a v případě úspěchu se stane standardem. [12]

V prvním kroku se charakterizuje cíl, popíše aktuální stav a konkretizuje opatření, které povede ke zlepšení. V druhém kroku se realizují nápravná opatření. Ve třetím kroku se provádí analýza dosažených výsledků a porovnání s cílem. V posledním kroku se cyklus ukončí a případně standardizuje. Díky neustálému používání jsou všichni zaměstnanci vybízeni k tomu, aby dosahovali dalšího zlepšení. [13]

2.4.9 5S metoda

Je to organizace pracoviště, které vede k eliminaci plýtvání, zvýšení produktivity a bezpečnosti na pracovišti. Metoda udává základní nástroje k zavedení veškerých dalších změn. [12]

Základním předpokladem pro dobrou kvalitu, produktivitu a bezpečnost je i ustanovení pravidel a následné dodržování a zlepšování. Metoda stanovuje pět kroků, které vedou k zbavení ztrát a optimalizaci tvorby hodnot. Metodu lze použít ve výrobě, ale i v administrativě.

1. Seiri (setřídít) – třídění a odstranění nepotřebných věcí.
2. Seiton (srovnat) – uspořádání potřebných věcí a optimalizace pracovního prostoru.
3. Seiso (stále čistit) – udržování pořádku na pracovišti.

4. Seiketsu (standardizovat) – stanovení pravidel, zábrana vzniku nepořádku a nečistot.
5. Shitsuke (setrvat a stále zlepšovat) – upevňování a zlepšování standardů.

2.4.10 Metoda 5x proč

Metoda 5x proč je metodou pro nalezení kořenové příčiny problému, kde se ptáme na problém v pěti otázkách. Pokud není odstraněna kořenová příčina, tak dochází k opakování nežádoucího stavu. Opakování problémů je častým signálem, že odstraněná příčina nebyla právě ta kořenová. Metoda se realizuje opakováním kladení otázky „Proč?“ pětkrát za sebou. [5]

3 Definice konkrétních cílů a metodiky práce

Jelikož má ComAp na své produkty nastavenou vysokou marži, tak doposud nebylo třeba důkladně řešit náklady spojené s výrobou produktu. Situace se však od roku 2020 ztěžuje. Pandemie Covid 19 odstartovala nedostupnost a trvalé zdražování komponent. Dále přišlo zdražování energií a výrobní závody si začaly účtovat vyšší cenu za výrobu.

Při obdržení nového ceníku na rok 2022 se ComAp musel začít důkladněji zajímat o náklady spojené s výrobou a snažit se je snížit.

Další část bakalářské práce je zaměřena na analýzu výrobního procesu produktů z rodiny IL4. Cílem této části práce je důkladně projít cenový rozpad, provést náměry jednotlivých procesů a podat návrhy na zlepšení. Ceny uvedené v bakalářské práci jsou pouze orientační. Tyto informace jsou utajované.

Náměry budou prováděny ve dvou výrobních závodech, kde se vyrábí produkty rodiny IL4, které jsou pro ComAp do budoucna klíčové a díky tomu, že jsou vysokoobrátkové, tak na nich půjde ušetřit nejvíce.

Nejdříve byl od výrobních závodů vyžádán cenový rozpad, který byl následně analyzován. Cenové rozpady obsahují cenu za výrobu a cenu za materiál.

První orientační ověření, zda má výrobní závod stanovené správné časy procesů, proběhly v ComAp, kde bylo stanoveno, na jaké operace se nejvíce zaměřit.

4 Návrhy racionalizačních opatření

4.1 Výrobní závod A

Tato část je zaměřena na analýzu výroby produktů rodiny IL4. Na základě analýzy je následně proveden odhad úspor po provedení opatření.

Měření probíhalo během jedné návštěvy ve výrobním závodě, přičemž každá operace byla přeměřena 15x a výsledný čas byl zprůměrován.

V cenovém rozpadu jsou náklady rozepsány na pracovní sílu a na stroje.

Provozní výrobní náklady jsou vypočítány tak, že jsou sečteny mzdové náklady a náklady na stroj.

Cenový rozpad u výrobního závodu A udává:

- Operace – tento sloupec udává pořadí operace, které jsou prováděny
- Náklady na stroj
 - Doba cyklu – délka prováděné operace
 - Hodinová sazba
 - Celkové náklady na stroj
- Operátor
 - Počet operátorů – počet lidí potřebných pro výkon operace
 - Hodinová sazba na operátora
 - Mzdové náklady – celková cena za operátora
- Provozní výrobní náklady – celkové náklady na operaci, jedná se o součet mzdových nákladů a nákladů na stroj

4.2 Výroba produktu AMF 8 ve výrobním závodě A

Jedná se o nejjednodušší zařízení skupiny IL4. Má menší počet vstupů a výstupů a lze na něj připojit pouze jeden modul.

V níže uvedené tabulce 4.1 je uvedena část cenového rozpadu pro výrobek AMF8.

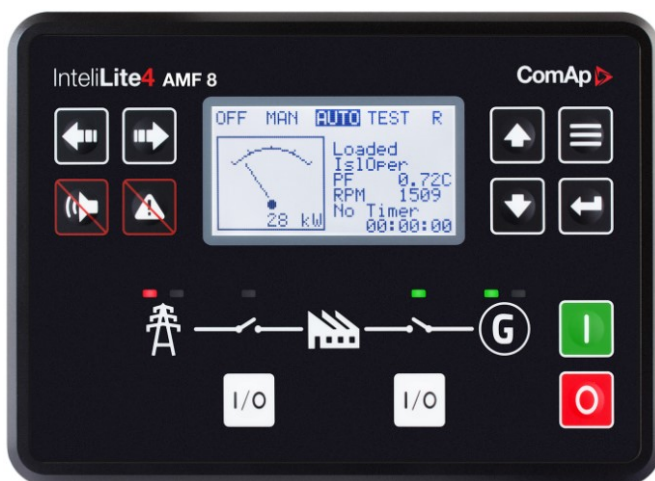
Celkové výrobní náklady níže uvedených operací jsou 1,4573 €. Celková doba části této výroby produktu je dle cenového rozpadu 60,75 sekund.

Tab. 4.1 Cenový rozpad AMF 8

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|----------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| THT2 Tvarování | 30 | 0,094 | 0,0008 | 1 | 19,7106 | 0,1643 | 0,165 |
| THT1 Zakládání | 99 | 0 | 0 | 1 | 19,7208 | 0,542 | 0,5423 |
| THT1 Vlna | 48,6 | 5,627 | 0,076 | 1 | 21,7624 | 0,294 | 0,3698 |
| M4 Tisk štítků | 65,4 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 0,3802 | 0,3802 |

Zdroj: [1]

Obrázek 4.1 znázorňuje vzhled produktu AMF8.



Obr. 4.1 Produkt AMF8

Zdroj: [1]

4.2.1 THT2 Tvarování

Jedná se o přípravu THT komponent, včetně jejich vyskladnění, vybalení rozřídění atd. Dále probíhá příprava pájecí masky.

Celkem by tato operace měla trvat 30 sekund. Cenový rozpad je uveden v tabulce 4.2 níže.

Tab. 4.2 THT2 Tvarování

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|----------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| THT2 Tvarování | 30 | 0,094 | 0,0008 | 1 | 19,7106 | 0,1643 | 0,165 |

Zdroj: [1]

Naměřený čas ve výrobním závodě byl odpovídající času, který poskytl výrobní závod před návštěvou. Z cenového rozpadu však není jasné, za co je účtován poplatek za stroj, protože žádný stroj by se při této operaci používat neměl.

4.2.2 THT2 Zakládání

Tato operace se skládá z šesti dalších operací a trvá 99 sekund:

1. Vyjmutí zapájených desek plošných spojů z masky.
2. Sken 2D kódu.
3. Založení THT komponent do desky plošných spojů.
4. Umístění přípravků pro dodržení rovnosti na určité THT komponenty.
5. Založení desky plošných spojů do masky (4ks na masku).
6. Uzavření a aretace masky.

Cenový rozpad je uveden v tabulce 4.3 níže.

Tab. 4.3 THT2 Zakládání

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|----------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| THT1 Zakládání | 99 | 0 | 0 | 1 | 19,7208 | 0,542 | 0,5423 |

Zdroj: [1]

Naměřený čas ve výrobním závodě byl odpovídající času, který poskytl výrobní závod před návštěvou.

4.2.3 THT 1 Vlna

Při této operaci dochází k průchodu čtyřech osazených desek plošných spojů vlnou. Dle informací z tabulky by měla operace trvat 48,6 sekund. Cenový rozpad je uveden v tabulce 4.4 níže.

Tab. 4.4 THT 1 Vlna

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|-----------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| THT1 Vlna | 48,6 | 5,627 | 0,076 | 1 | 21,7624 | 0,294 | 0,3698 |

Zdroj: [1]

Naměřený čas rozporovaný nebyl. Výrobní závod účtuje 48,6 sekund a při náměrech byl průměrný čas měření 65 sekund.

4.2.4 M4 Tisk štítků

Tisk probíhá na tiskárně Zebra. Pro rodinu IL4 se používají tři typy štítků.

V uvedeném čase je započítáno nastavení tisku, přehození role se štítky, optická kontrola a stříhání štítků. V cenovém rozpadu je uvedený čas 65,4 sekund. Cenový rozpad je uveden v tabulce 4.5 níže.

Tab. 4.5 M4 Tisk štítků

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|----------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Tisk štítků | 65,4 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 0,3802 | 0,3802 |

Zdroj: [1]

Po náměrech bylo zjištěno, že uvedený čas neodpovídá realitě.

Při použití třech tiskáren Zebra s automatickým ořezem lze čas operátora pro tisk jednoho štítku odhadem snížit na 6 s. Operátor pouze spustí tisk (popř. výměna ribonu nebo kotouče s prázdnými štítky, pokud došel) a sebere nařezané štítky. Optickou kontrolu pak může provést operátor, který je lepší, a to pouhým pohledem.

Odhad úspor

Odhadovaná úspora (viz. Tabulka 4.6 níže) je při použití více tiskáren s automatickým odřezem celkem 0,3453€ za kus. Dle aktuálního výhledu je to celková úspora 1200 € za rok.

Tab. 4.6 Odhad úspor

| Úsporné opatření | Stroj | | | Operátor | | | Celková úspora EUR/ks |
|-----------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Tisk štítků | 65,4 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 0,3802 | 0,3802 |
| Použití více tiskáren | 6 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 0,0349 | 0,0349 |

Zdroj: vlastní zpracování

4.3 Výroba AMF25 ve výrobním závodě A

Jedná se o nejvyspělejší výrobek rodiny IL4. Lze na něj připojit až dva další moduly. Zařízení má největší počet vstupů i výstupů.

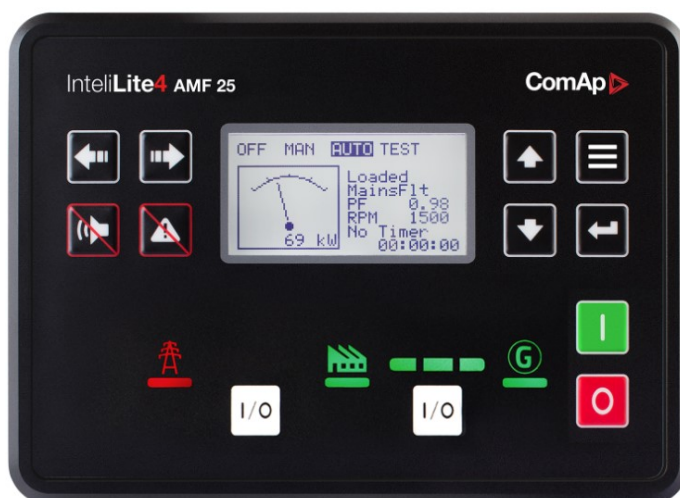
Tato část je zaměřena na výrobu AMF25. Z cenového rozpadu (tab. 4.7) vyplývá, že celkové výrobní náklady na zmiňované operace níže jsou 2,4437 €. Čas výroby jednoho výrobku během těchto operací je 637,8 sekund.

Tab. 4.7 Cenový rozpad AMF25

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|-----------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| THT1 Mech.kontrola | 150 | 0,094 | 0,0039 | 1 | 19,752 | 0,823 | 0,8269 |
| M4 Comap test Comap 1 | 450 | 1,631 | 0,2038 | 0,5 | 19,0903 | 1,1931 | 1,397 |
| M4 Tisk štítků | 37,8 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 0,2198 | 0,2198 |

Zdroj: [1]

Níže uvedený obrázek 4.2 znázorňuje vzhled produktu AMF25.



Obr. 4.2 Produkt AMF25

Zdroj: [1]

4.3.1 THT 1 Mechanická kontrola

Tato část by měla trvat 150 sekund a je složena z šesti dalších operací:

1. Sken 2D kódu.
2. Optická kontrola zapájení.
3. Kontrola rovinnosti konektorů pomocí šablon.
4. Očištění desky plošných spojů.
5. Ruční pájení – oprava drobných nedostatků.
6. Očištění desky plošných spojů.

Cenový rozpad je uveden v tabulce 4.8 níže.

Tab. 4.8 THT 1 Mechanická kontrola

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|---------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| THT1 Mech. kontrola | 150 | 0,094 | 0,0039 | 1 | 19,752 | 0,823 | 0,8269 |

Zdroj: [1]

Průměr z naměřených časů je 210 sekund. Čas tedy rozporován nebyl, protože výrobní závod si účtuje 150 sekund.

4.3.2 M4 Comap test Comap 1

Tato část se skládá z mnoha dalších operací, které jsou uvedeny níže. Celkový čas je 450 sekund. Jelikož se jedná o velmi dlouhý čas, tak chtěl ComAp zjistit, zda tomu tak realita odpovídá a co konkrétně trvá takovou dobu. Cenový rozpad operace je uveden v tabulce 4.9 níže.

Tab. 4.9 M4 Comap test Comap 1

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|-----------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Comap test Comap 1 | 450 | 1,631 | 0,2038 | 0,5 | 19,0903 | 1,1931 | 1,397 |

Zdroj: [1]

V níže uvedené tabulce 4.10 jsou rozepsány operace, které do testu spadají. Ke každé operaci je v dalším sloupci napsaný naměřený čas ComApem. Ve třetím sloupci je pak uvedený počet kusů na operaci. Z tabulky lze vyčíst, že celkový naměřený čas 451 sekund odpovídá času uvedenému v cenovém rozpadu. 451 sekund trvá otestovat dva výrobky. Na jeden výrobek je to tedy čas 225,5 sekund.

Tab. 4.10 Operace M4 Comap test Comap 1

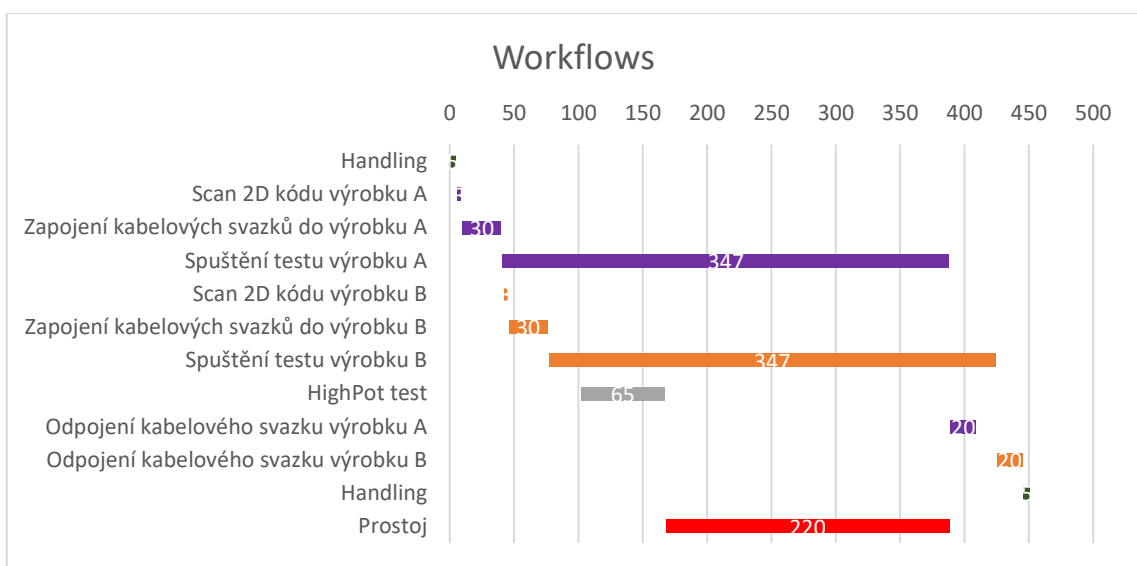
| Operace | Naměřený čas (s) | Množství |
|---|------------------|------------|
| Manipulace | 5 | 2ks |
| Sken 2D kódu výrobku A | 3 | 1ks |
| Zapojení kabelových svazků do výrobku A | 30 | 1ks |
| Spuštění testu výrobku A | 347 | 1ks |
| Sken 2D kódu výrobku B | 3 | 1ks |
| Zapojení kabelových svazků do výrobku B | 30 | 1ks |
| Spuštění testu výrobku B | 347 | 1ks |
| HighPot test | 65 | 2ks |
| Odpojení kabelového svazku výrobku A | 20 | 1ks |
| Odpojení kabelového svazku výrobku B | 20 | 1ks |
| Manipulace | 5 | 1ks |
| Celkový čas | 451 | 2ks |
| Celkový čas | 225,5 | 1ks |

Zdroj: vlastní zpracování

Níže uvedený obrázek 4.3 znázorňuje průběh práce. Z obrázku je jasně viditelné, že obrovský čas uvedený v cenovém rozpadu tvoří prostoj operátora. Celkový naměřený prostoj je 220 sekund na dva výrobky, tedy 110 sekund na jeden kus.

Dalším problémem je dlouhé trvání zapojení (30 s) a odpojení (20 s) kabelových svazků. U kabelových svazků je další velkou nevýhodou, že se dají při testování velmi jednoduše prohodit a dojde tak ke špatnému zapojení. Test však běží a zastaví se až ve chvíli, kdy dojde na testování daného svazku.

Kabelové svazky jsou také velmi náchylné na poškození. Nejvíce tomu tak dochází během oprav zapojení. ComAp tak musí zajišťovat častou výměnu.



Obr. 4.3 Workflow

Zdroj: vlastní zpracování

HighPot Test

Jedná se o velmi jednoduchý test, který sám o sobě trvá 4 sekundy. Nejdéle trvá operátorovi připojení a odpojení kabelového svazku.

Test je prováděn v mezičase, kdy probíhá test PART 1 na jiném kusu a operátor má volné ruce.

V níže uvedené tabulce 4.11 jsou uvedeny operace a jejich délka.

Tab. 4.11 Operace HighPot test

| Operace | Naměřený čas (s) | Množství |
|---------------------|------------------|----------|
| Manipulace | 2,5 | 1ks |
| Připojení konektorů | 13 | 1ks |
| Test | 4 | 1ks |
| Odpojení konektorů | 13 | 1ks |
| Suma | 32,5 | 1ks |

Zdroj: vlastní zpracování

HighPot test by se dal zkrátit výrobou jednoduché fixtury, aby operátor nemusel zapojovat a odpojovat kabelové svazky. Odhadovaná úspora je až 20 sekund.

Návrh na zlepšení celého testování

Pořízení nových testovacích zařízení, konkrétně jehlových polí. Jejich použití výrazně sníží čas na jeden kus. Odhadem lze říct, že operátor je schopen za stejný čas otestovat 3 až 4 výrobky.

Jehlové pole se dají velice jednoduše zapojit, kabely nevypadávají. Jelikož se zapojení nedá pokazit, tak nedochází k opakování testů. Další výhodou je, že se test spouští automaticky a operátor může v ušetřeném čase obsluhovat až čtyři jehlové pole najednou.

Dále je dle IT oddělení možné zkrácení průběhu testu flash paměti.

Odhad úspor – optimalizace testu flash paměti

Předpokládané zkrácení testu flash paměti je 60 s. Optimalizace proběhne úpravou výrobního testování. Níže uvedená úspora je uvedená při ponecháním stávajícího layoutu.

V níže uvedené tabulce 4.12 je vidět, že úspora by byla 0,1863 € na kus. Celková roční úspora by dle aktuálního výhledu byla 1192 €.

Tab. 4.12 Odhad úspor při optimalizaci testu flash paměti

| Úsporné opatření | Stroj | | | Operátor | | | Celková úspora EUR/ks |
|---------------------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| Optimalizace testu flash paměti | 60 | 1,631 | 0,0272 | 0,5 | 19,0903 | 0,1591 | 0,1863 |

Zdroj: vlastní zpracování

Odhad úspor – zavedení jehlových polí

Odpadne složité a časově náročné připojování a odpojování testovacích kabelových svazků – úspora 55 s. Přibude však čas potřebný pro založení a vyndání polotovaru z/do fixtury (15 s/ks). Celková úspora je tedy 40 s. Sníží se počet retestů z důvodu špatně zapojení kabelového svazku. Odpadne náročná údržba kabelového svazku. Sníží se počet úprav testovacích mezí z důvodů zvýšení přechodových odporů kabelového svazku při jeho opotřebení. Operátor bude mít spoustu nevyužitého času a bude schopen obsloužit 4 jehlová pole.

Odhadovaná úspora je 0,1242 € na kus. Níže uvedená (tab. 4.13) odhadnutá úspora je při stávajícím layoutu. Dle aktuálního výhledu by byla roční úspora 795 €.

Tab. 4.13 Odhad úspor – nahrazení kabelového svazku jehlovým polem

| Úsporné opatření | Stroj | | | Operátor | | | Celková úspora EUR/ks |
|--|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| Nahrazení kabelového svazku jehlovým polem | 40 | 1,631 | 0,0181 | 0,5 | 19,0903 | 0,1061 | 0,1242 |

Zdroj: vlastní zpracování

Při změně layoutu a využití operátora na 4 jehlová pole přibude založení a vyndání polotovaru do fixtury, celkem 15 sekund. Odhadovaná úspora je 40 sekund.

V níže uvedené tabulce 4.14 je uvedeno testování před opatřeními a po zavedení opatření. Při nahrazení kabelového svazku se zkrátí čas o 40 sekund a při zkrácení testu flash paměti o 60 sekund, celkově tedy 100 sekund.

Tab. 4.14 odhad úspor při pořízení jehlových polí

| Úsporné opatření | Stroj | | | Operátor | | | Celková úspora EUR/ks |
|--------------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady | |
| M4 Comap test Comap 1 | 450 | 1,631 | 0,2038 | 0,5 | 19,0903 | 1,1931 | 1,397 |
| Oblusha 4 jehlových polí | 350 | 1,631 | 0,159 | 0,25 | 19,0903 | 0,517 | 0,676 |

Zdroj: vlastní zpracování

Odhadovaná celková úspora při obsluze 4 jehlových polí a optimalizaci testu je: 0,7745 € na kus. V tomto případě by byla roční úspora 4 326 €.

4.3.3 M4 Tisk štítků

Tisk probíhá na tiskárně Zebra. Pro rodinu IL4 se používají tři typy štítků.

V uvedeném čase je započítáno nastavení tisku, přehození role se štítky, optická kontrola a stříhání štítků. V cenovém rozpadu je uvedený čas 37,8 sekund. Cenový rozpad je uveden v tabulce 4.15 níže.

Tab. 4.15 M4 Tisk štítků

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|----------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Tisk štítků | 37,8 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 0,2198 | 0,2198 |

Zdroj: [1]

Nevýhodou této tiskárny je špatné rozlišení a tím pádem nutnost optické kontroly, a dále ujíždějící páska. Z těchto důvodů musí u tiskárny sedět operátor.

Po náměrech se zjistilo, že čas uvedený v tabulce absolutně neodpovídá naměřenému času 2 sekund.

Návrh na zlepšení

Použití třech tiskáren Zebra s automatickým odřezem. Operátor by pak nemusel tisk hlídat a sedět u tiskárny.

Návrh nakoupit tiskárnu Zebra ZT411. Při vytištění 10 000 kusů štítků se zhruba vrátí pořizovací náklady na jednu novou tiskárnu.

U produktů AMF 8 a AMF 9 se tisknou také boční štítky. Čas je podle výrobního závodu 65,4 sekund. U těchto produktů se při vytisknutí 10 000 kusů vrátí náklady na obě tiskárny.

Odhad úspor – koupě nových tiskáren

Při použití třech tiskáren Zebra s automatickým ořezem lze čas operátora pro tisk jednoho štítku dohadem snížit na 3 s. Operátor pouze spustí tisk (popř. výměna ribonu nebo kotouče s prázdnými štítky, pokud došel) a sebere nařezané štítky. Optickou kontrolu pak může provést operátor, který je lepší, a to pouhým pohledem.

Jak vyplývá z níže uvedené tabulky 4.16, odhadovaná úspora je 0,2024 EUR/ks. Za rok by to bylo uspořené 1 295 €.

Tab. 4.16 odhad úspor při pořízení nových tiskáren

| Úsporné opatření | Stroj | | | Operátor | | | Celková úspora EUR/ks |
|------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Tisk štítků | 37,8 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 0,2198 | 0,2198 |
| Nové tiskárny | 3 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 20,9292 | 0,0174 |

Zdroj: vlastní zpracování

V případě zavedení všech opatření by byla celková roční úspora 8 239 €.

4.4 Výroba MRS 16 ve výrobním závodě A

Tato kapitola je zaměřena na výrobu MRS 16. Dle cenového rozpadu níže (tab. 4.17) trvají následující operace 747 sekund a stojí 4,0365 €.

Tab. 4.17 cenový rozpad MRS16

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|--------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Comap montáž L4 | 204 | 0 | 0 | 1 | 19,0958 | 1,0821 | 1,0821 |
| M4 Comap test L4.2 | 192 | 1,631 | 0,087 | 1 | 19,0903 | 1,0181 | 1,1051 |
| M4 Comap balení 1 | 291 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 1,6918 | 1,6918 |
| Expedice | 60 | 0 | 0 | 1 | 9,45 | 0,1575 | 0,1575 |

Zdroj: [1]

Níže uvedený obrázek 4.4 znázorňuje produkt MRS16.



Obr. 4.4 Produkt MRS16

Zdroj: [1]

4.4.1 M4 ComAp montáž L4

Tato část se skládá z následujících operací:

1. Příprava materiálu.
2. Kompletace zadního víka.
3. Lepení štítků na zadní víko.
4. Tracking LCD.
5. Montáž LCD.
6. Osazení difuzorů a nalepení overaly.
7. Montáž baterie.
8. Kompletace.

Cenový rozpad je uveden v tabulce 4.18 níže.

Tab. 4.18 M4 ComAp montáž L4

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|--------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Comap montáž L4 | 204 | 0 | 0 | 1 | 19,0958 | 1,0821 | 1,0821 |

Zdroj: [1]

Dle cenového rozpadu výše (tab. 4.18) trvá operace 204 sekund. Naměřený čas byl 185 sekund (operátorka pracovala velmi svižným tempem).

4.4.2 M4 ComAp test L.4.2

Test probíhá na zařízení UniTester Lite.

Tato část trvá dle cenového rozpadu (tab. 4.19) 192 sekund a skládá se z následujících operací:

1. Manipulace.
2. Připojení kabelového svazku (2 konektory).
3. Spuštění testu.
4. Kontrola klávesnice (tlačítek).
5. Kontrola LED.
6. Kontrola LCD.
7. FW upload.
8. Odpojení kabelového svazku.
9. Manipulace.

Tab. 4.19 M4 ComAp test L4.2

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|--------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Comap test L4.2 | 192 | 1,631 | 0,087 | 1 | 19,0903 | 1,0181 | 1,1051 |

Zdroj: [1]

Průměrný naměřený čas byl 135,5 sekund (operátorka pracovala svižným tempem). Naměřený čas tedy neodpovídá uváděnému času.

Návrh na zlepšení

Operátor je schopen obsloužit dvě pracoviště paralelně, a to vzhledem k velmi jednoduché činnosti, kterou provádí. ComAp dodá výrobnímu závodu dva malé Unitestery.

Odhad úspor

Z níže uvedené tabulky je patrné, že úspora po narovnání dle naměřených časů je 0,3108 € a po zavedení paralelního testování a narovnání časů dle náměrů je 0,6767 €. Roční úspora by dle aktuální výhledu byla 4 940 €.

Tab. 4.20 Odhad úspor při narovnání dle náměru a zapojením paralelního testu

| Úsporné opatření | Stroj | | | Operátor | | | Celková úspora EUR/ks |
|----------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Comap test L4.2 | 192 | 1,631 | 0,087 | 1 | 19,0903 | 1,0181 | 1,1051 |
| Narovnání dle náměru | 138 | 1,631 | 0,0625 | 1 | 19,0903 | 0,7318 | 0,7943 |
| Paralelní test | 138 | 1,631 | 0,0625 | 0,5 | 19,0903 | 0,3659 | 0,4284 |

Zdroj: vlastní zpracování

4.4.3 M4 ComAp balení 1

Čas trvání uvedený v cenovém rozpadu byl 291 sekund. Balení bylo před návštěvou vyzkoušeno v ComAp na dílně a zjistilo se, že uvedený čas je podezřele dlouhý, protože zabalení produktu trvalo zhruba poloviční čas.

Balení probíhá po dvaceti kusech.

Tato činnost se skládá z následujících operací:

1. Operátor naskládá 20ks hotových výrobků na stůl.
2. Přihlásí se do systému a provede sken všech 20ti sériových čísel.
3. Proběhne tisk štítků, opět všech 20 najednou.
4. Operátor si připraví podle kusovníku potřebné konektory (přenesení je z regálů na stůl).
5. Nasadí všechny konektory dle prováděcího předpisu (nejdříve jeden druh, pak druhý atd.).
6. Připraví 20 sáčků s úchyty (nasáčkuje, operaci provádí stále stejný operátor). Složí 20ks krabiček.
7. Operátor hledá štítky a k nim konkrétní výrobky.

8. Po vyhledání shodného štítku a výrobku vloží výrobek spolu se sáčkem do krabičky a nalepí štítek. Před tím výrobek opticky zkontroluje a otře.
9. Po zabalení všech 20ti kusů provede kontrolní vážení každého kusu (kontrola konektorů)
10. Naskládá na paletu

Tab. 4.21 M4 ComAp balení 1

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Comap balení 1 | 291 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 1,6918 | 1,6918 |

Zdroj: [1]

Naměřený čas neodpovídal uváděnému času 291 sekund. Naměřený čas byl 138 sekund a rozdíl je tedy 153 sekund. Celý proces balení je tedy potřeba zoptimalizovat.

Návrh na zlepšení

Pro tisk štítků na krabici použít dedikovanou tiskárnu. Tisk štítků ihned při načtení kódu před vložením do krabice. Tím se eliminuje dohledávání a možná záměna. Poptání přípravku pro automatické balení – sáčkování úchytů.

Odhad úspor při narovnání údajů dle měření

Při narovnání času na naměřených 138 sekund dojdeme k úspoře 0,8023€ za kus. Celková roční úspora by byla 5 937 €.

Tab. 4.22 Odhad úspor při narovnání času

| Úsporné opatření | Stroj | | | Operátor | | | Celková úspora EUR/ks |
|----------------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Comap balení 1 | 291 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 1,6918 | 1,6918 |
| Úspora – stav po narovnání | 138 | 0 | 0 | 1 | 20,9292 | 0,8023 | 0,8023 |

Zdroj: vlastní zpracování

4.4.4 Expedice

Uvedený čas 60 sekund pro zabalení jednoho produktu na první pohled neodpovídá realitě.

Tato část se skládá z následujících operací:

1. Složení přepravní krabice pro 50 ks.
2. Sken 2D kódu z výrobku.
3. Umístění výrobku do přepravní krabice.
4. Umístění přepravní krabice na paletu (9 krabic na paletu).
5. Ovinutí palety fólií.
6. Administrativní úkony.

Tab. 4.23 Expedice KU

| Operace | Stroj | | | Operátor | | | Provozní výrobní náklady (EUR) |
|----------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| Expedice | 60 | 0 | 0 | 1 | 9,45 | 0,1575 | 0,1575 |

Zdroj: [1]

Dle uvedeného času by zabalení jedné přepravní krabice trvalo 50 minut a zabalení jedné palety pak 7,5 hodiny.

Při měření se zjistilo, že čas neodpovídá realitě. Celkem bylo naměřeno 20 s.

Odhad úspor při narovnání časů

Při narovnání časů je odhadovaná úspora 0,105€ za kus. Celková roční úspora by tedy byla 777 €. Odhadované úspory jsou vyznačeny v níže uvedené tabulce 4.24.

Tab. 4.24 odhadovaná úspora při narovnání časů

| Úsporné opatření | Stroj | | | Operátor | | | Celková úspora EUR/ks |
|------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| Expedice | 60 | 0 | 0 | 1 | 9,45 | 0,1575 | 0,1575 |
| Expedice | 20 | 0 | 0 | 1 | 9,45 | 0,0525 | 0,0525 |

Zdroj: vlastní zpracování

Pokud by se zavedla všechna opatření a narovnaly se časy v cenovém rozpadu, tak by roční úspora byla 11 654 €.

4.5 Výroba AMF 8 ve výrobním závodě B

Od výrobního závodu B byl obdržen cenový rozpad (tab. 4.25) na produkt AMF 8, ze kterého je patrné, že celkový čas potřebný pro výrobu je 1681 sekund. Z utajovaných důvodů není možné uvést všechny ceny operací. V této práci nás bude zajímat pouze cena operace za testování, která je cca 0,8 € za hodinu. Celkové náklady na operátora jsou cca 12 €.

Tab. 4.25 Rozpad AMF 8 ve výrobním závodě B

| Operace | Doba (sec) |
|--------------------------|------------|
| DPS | 597 |
| Příprava | 9 |
| Montáž SMD | 120 |
| AOI | 150 |
| Opravy | 36 |
| THT tvarování | 72 |
| THT umístění | 150 |
| Pájení vlnou | 60 |
| Testování | 451 |
| Mechanická kontrola | 90 |
| Elektrická kontrola | 361 |
| Mechanická montáž | 513 |
| Příprava | 195 |
| Montáž | 318 |
| Balení | 120 |
| Balení výrobku | 120 |

Zdroj: [1]

Na níže uvedeném obrázku 4.5 je vidět o který výrobek se jedná.



Obr. 4.5 Produkt AMF8

Zdroj: [1]

Po přeměření časů ve výrobním závodě se zjistilo, že naměřené časy odpovídají cenovému rozpadu.

4.5.1 Testování

Stejně jako je tomu ve výrobním závodě A, tak i tady trvá dlouhou dobu testování, které je nutné zkrátit. Celkový naměřený čas je 451 sekund.

Návrh na zlepšení

Jelikož je testování stejné jako ve výrobním závodě A, tak jsou i stejné návrhy na zlepšení.

U testu je možné zkrátit test flash paměti (40 sekund) a nahrazení kabelových svazků (60 sekund) jehlovými poli. Celý test tak bude trvat cca 350 sekund.

Díky těmto zlepšením bude mít operátor spoustu nevyužitého času a bude tak moci obsluhovat čtyři jehlové pole současně.

Odhad úspor

Celková odhadovaná úspora při zavedení čtyř jehlových polí ve výrobním závodě je 0,3905 € za kus. Při aktuálním výrobním výhledu je to úspora cca 2100 € ročně.

Tab. 4.26 Odhad úspor po zavedení jehlových polí

| Úsporné opatření | Stroj | | | Operátor | | | Celková úspora EUR/ks |
|--------------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Doba cyklu (sec) | Hodinová sazba (EUR) | Náklady na stroj (EUR) | Počet operátorů | Hodinová sazba (EUR za operátora) | Mzdové náklady (EUR) | |
| M4 Comap test Comap 1 | 450 | 0,8 | 0,1 | 0,5 | 11,8 | 0,7375 | 0,8375 |
| Oblusha 4 jehlových polí | 350 | 0,8 | 0,078 | 0,25 | 11,8 | 0,369 | 0,447 |

Zdroj: vlastní zpracování

4.6 Ceny vstupních komponent pro AMF 25

Cenové rozpady od výrobních závodů neobsahují pouze cenu za výrobu, ale i cenu za nakupovaný materiál.

Z cenových rozpadů na materiál došlo ke zjištění, že má výrobní závod B historicky nasmlouvané vysoké ceny vstupních komponent. Je tomu tak dáno, protože výrobní

závod B je menší a odebírá nižší množství komponent než výrobní závod A a má tak nevýhodnější pozici při jednání s dodavateli.

Komponenty pro jeden výrobek AMF 25 jsou kvůli tomu celkově o 16 € dražší než ve výrobním závodě A.

Níže uvedené komponenty jsou dodávány celkem ze tří zdrojů, které jsou pro oba závody stejné.

V níže uvedené tabulce 4.27 je rozepsáno deset položek, u kterých je největší rozdíl v ceně. Sloupce udávají popis materiálu, počet kusů, který je obsažen v každém produktu. V dalších sloupcích je uvedena cena za jeden kus, celková cena pro produkt (počet vstupů krát cena za kus). v posledním sloupci jsou uvedeny celkové vícenáklady, které pro těchto prvních 10 položek tvoří celkem 11,78 €.

Takovéto ceny jsou platné v případě, že jsou součástky dostupné. Ceny nakupovaných součástek z volného trhu mohou být i desetinásobně vyšší.

Tab. 4.27 Ceny TOP 10 nejdražších komponent AMF 25

| Popis | Počet ks v produktu | Cena za kus B | Cena za kus A | Výrobní závod B cena celkem | Výrobní závod A cena celkem | Celkové vícenáklady |
|--------------------------|---------------------|---------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| VND5160JTR-E | 3 | 1,18 | 0,61 | 3,54 | 1,84 | 1,70 |
| TS3USB221ARSER | 1 | 1,92 | 0,32 | 1,92 | 0,32 | 1,59 |
| R 0,015R 2512 1% 100ppm | 3 | 0,58 | 0,08 | 1,75 | 0,24 | 1,51 |
| ADUM1301ARWZ | 1 | 2,69 | 1,32 | 2,69 | 1,32 | 1,37 |
| IRLML0060 | 4 | 0,40 | 0,07 | 1,59 | 0,27 | 1,32 |
| Přepínač JSA4-1-G0 | 4 | 0,59 | 0,30 | 2,36 | 1,19 | 1,17 |
| EEEFT1C102AP | 4 | 0,29 | 0,07 | 1,17 | 0,28 | 0,89 |
| LM7705MM VSSOP8-0.65-120 | 1 | 1,08 | 0,20 | 1,08 | 0,20 | 0,88 |
| TPS55065QPWPRQ1 TSSOP20 | 1 | 1,68 | 0,90 | 1,68 | 0,90 | 0,79 |
| ZM200-032768-12-20-MA | 1 | 0,73 | 0,16 | 0,73 | 0,16 | 0,57 |

Zdroj: [1]

Návrh na zlepšení

Jelikož je ComAp finálním zákazníkem, tak má větší vyjednávací sílu a mohl by tak konsolidovat nákup komponent pro oba výrobní závody pod sebe. Díky tomu by se mohlo dosáhnout stejné ceny komponent pro výrobky ve výrobních závodech A i B.

Odhad úspor

Pokud by se vydařila jednání s těmito třemi distributory, tak je potenciální možná úspora u těchto nejdražších deseti položek 11,78 €.

Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo analyzovat aktuální situaci ve výrobě a nákupu komponent, podat návrhy na zlepšení, které by zajišťovaly plynulost a efektivnost výroby se zaměřením na plnění požadavků zákazníka a odhadnout úspory u výrobních partnerů společnosti ComAp a.s.

První část práce je zaměřena na popis společnosti ComAp, na její výrobky a historii, procesy při zavádění nového produktu, materiálový tok a na výrobu. Další část je zaměřena na obecnou charakteristiku štíhlé výroby, na její historii, metody a nástroje.

Praktické vypracování proběhlo u dvou výrobních partnerů společnosti, které jsou v práci pojmenovány jako A a B. Nejdříve byly analyzovány stávající procesy. Analýza procesů proběhla na základě obdržení cenových rozpadů od obou společností.

U výrobního závodu A se zjistilo, že některé časy operací neodpovídají časům uvedeným v cenových rozpadech. Jako nejkritičtější místo bylo definováno testování, balení a tisk štítků.

U výrobku AMF 8 bylo zjištěno, že uvedený čas (65,4 sekund) u tisku štítků neodpovídá realitě. Tento čas byl odůvodněn dlouhotrvajícím ořezem a následnou vizuální kontrolou. I přesto ComAp s časem nesouhlasil a jako návrh na zlepšení bylo uvedeno nákup nových tiskáren s automatickým odřezem, které sníží čas na 6 sekund. Optická kontrola pak bude již proveditelná pouze pouhým okem. Odhadovaná úspora je 0,3453 € na kus.

U výrobku AMF 25 byl také odhalen nesoulad u tisku štítků. V cenovém rozpadu je uvedený čas 37,8 sekund. Naměřený čas tisku byl pouze 2 sekundy. Výrobní závod si svůj čas odůvodnil dlouho trvající optickou kontrolou, kvůli špatnému rozlišení tiskárny. Další nevýhodou je ujíždějící páska a z toho důvodu musí u tisku sedět neustále operátor. Návrhem na zlepšení je pořízení tiskárny s automatickým odřezem. Operátor by pak nemusel u tisku sedět. Investice do jedné tiskárny by se vrátila po 10 000 vytisknutých kusech. Celkový čas by se poté mohl snížit celkově na 3 sekundy. Odhadovaná úspora je 0,2024 € za kus.

Při testování výrobku AMF 25 se zjistilo, že trvá moc dlouho a operátor má 220 sekund prostoj, který je také účtován. Celé testování dvou produktů aktuálně trvá 450 sekund. Jako opatření bylo navrženo zavedení lepších technologií, konkrétně jehlových polí, která by zajistila zkrácení testování o 40 sekund. Dalším navrženým opatřením je zkrácení testu

flash paměti, které je schopné provést IT oddělení. Zkrácení by bylo možné až o 60 sekund. Celkem by tedy test trval 350 sekund. Díky těmto zkrácením by byl operátor schopen otestovat během tohoto času až čtyři výrobky najednou. Při zavedení obou opatření by tak byla úspora 0,676 € na kus.

U výrobku MRS 16 byly zjištěny nesrovnalosti u testování, balení a expedice.

U testování MRS 16 byl neodpovídající naměřený čas. Při náměrech došlo ke zjištění, že by byl operátor schopen obsluhovat dvě zařízení najednou, a to vzhledem k jednoduché činnosti, která je zde prováděna. Návrhem na zlepšení je dodání dalšího testovacího zařízení. Při narovnání naměřených časů bude úspora 0,3108 € a po zavedení paralelního testování 0,6767 € za kus.

Celková délka balení na první pohled neodpovídala údajům uvedenému v cenovém rozpadu (291 sekund). Naměřený čas neodpovídal uvedenému času v cenovém rozpadu – byl kratší více než o polovinu. Návrhem na zlepšení bylo tisknutí štítků na dedikované tiskárně, která by tiskla po až po načtení 2D kódu na výrobku před vložením do krabice. Tím by se eliminovalo dohledávání a možná záměna štítků. Při narovnání času na naměřených 138 sekund dojde k úspoře 0,8023 € za kus.

U expedice MRS 16 uvedený čas (60 sekund) neodpovídal realitě. Dle uvedeného času by zabalení jedné krabice trvalo 50 min a zabalení palety 7,5 hodiny. Při měření se zjistilo, že expedice trvá 20 sekund. Odhadovaná úspora při narovnání času je 0,105 €.

U výroby AMF 8 ve výrobním závodě B došlo k přeměření všech operací a všechny náměry odpovídaly realitě. Stejně jako je tomu ve výrobním závodě A, tak i zde je dlouhotrvající test (451 sekund), který je možné narovnat pomocí zkrácení testu flash paměti a nahrazením kabelových svazků jehlovými poli. Celý test se pak zkrátí na 350 sekund a operátor bude schopen otestovat čtyři výrobky současně. Odhadovaná úspora je 0,3905 € na kus.

Poslední analyzovanou částí je nákup vstupních komponent pro produkt AMF 25. U výrobního závodu B se zjistilo, že má jakožto malý hráč na trhu, nevýhodně nasmlouvané ceny u distributorů komponent. Jako opatření bylo navrženo sjednotit nákup komponent ComApem tak, aby byly jednotné ceny pro oba výrobní závody. Celkově by toto opatření mohlo ušetřit 11,78 € na jednom kuse.

Pokud by došlo k implementaci všech zmiňovaných opatření, ComAp by mohl ročně ušetřit zhruba 89 157 €.

Seznam zdrojů

- [1] ComAp a.s. *Interní materiály*. Praha: ComAp a.s. [2022-01-10].
- [2] MAŠÍN, I. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. ISBN 80-902235-9.
- [2] KEŘKOVSKÝ, M. a O. VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck, 2012. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [3] WOMACK, J. P. *Lean Thinking*. Simon & Schuster UK, 2003. ISBN 9780743249270.
- [4] LIKER, J. K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. ISBN 9788072611737.
- [5] MARHOULOVÁ, D. *Japonské systémy řízení*. Praha: Institut řízení, 1991. ISBN 80-7014-033-X.
- [6] HESSING, T. *History of Lean* [online]. Sixsigmastudyguide, 2018. [2022-02-14]. Dostupné z: <https://sixsigmastudyguide.com/history-of-lean/>
- [7] TICHÝ, J. *Základy podnikové ekonomiky*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 9788001047637.
- [8] ŘÍHA, Z. *Ekonomika a řízení podniku*. Praha: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 9788001044346.
- [9] HOLMAN, R. *Ekonomie*. Praha: C. H. Beck, 1999. ISBN 8071792551.
- [10] Systém tahu – *Lean Six Sigma. Lean Six Sigma – Vyšší kvalita, výkonnost a zákaznická spokojenost* [online]. Copyright © 2022 Lean Six Sigma [2022-08-07]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/system-tahu/>
- [11] SMED (Single-Minute Exchange of Die) | *Lean Production. Introduction to Lean Manufacturing* | Lean Production [online]. Copyright © 2011. [2022-08-07]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/smed/>
- [12] BAUER, M. a I. HABURAIIOVÁ. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. Brno: BizBooks, 2015. ISBN 978-80-265-0390-3.
- [13] IMAI, M. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, c2007. ISBN 978-80-251-1621-0.

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

| | |
|---------------------------------------|----|
| Obr. 1.1 Portfolio kontrolérů | 11 |
| Obr. 1.2 Schéma výrobní operace | 17 |
| Obr. 4.1 Produkt AMF8 | 32 |
| Obr. 4.2 Produkt AMF25 | 36 |
| Obr. 4.3 Workflow | 39 |
| Obr. 4.4 Produkt MRS16 | 45 |
| Obr. 4.5 Produkt AMF8 | 51 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tab. 4.1 Cenový rozpad AMF8 | 32 |
| Tab. 4.2 THT2 Tvarování | 33 |
| Tab. 4.3 THT2 Zakládání..... | 33 |
| Tab. 4.4 THT1 Vlno..... | 34 |
| Tab. 4.5 M4 Tisk štítků..... | 35 |
| Tab. 4.6 Odhad úspor..... | 35 |
| Tab. 4.7 Cenový rozpad AMF25..... | 36 |
| Tab. 4.8 THT1 Mechanická kontrola..... | 37 |
| Tab. 4.9 M4 Comap test Comap 1..... | 38 |
| Tab. 4.10 Operace M4 Comap test Comap 1 | 38 |
| Tab. 4.11 Operace HighPot test..... | 40 |
| Tab. 4.12 Odhad úspor při optimalizaci testu flash paměti..... | 41 |
| Tab. 4.13 Odhad úspor – nahrazení kabelového svazku jehlovým polem..... | 41 |
| Tab. 4.14 Odhad úspor při pořízení jehlových polí..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Tab. 4.15 M4 Tisk štítků | 43 |
| Tab. 4.16 odhad úspor při pořízení nových tiskáren..... | 44 |
| Tab. 4.17 cenový rozpad MRS16 | 44 |
| Tab. 4.18 M4 ComAp montáž L4 | 45 |
| Tab. 4.19 M4 ComAp test L4.2 | 46 |
| Tab. 4.20 Odhad úspor při narovnání dle náměru a zapojením paralelního testu | 47 |
| Tab. 4.21 M4 ComAp balení 1 | 48 |
| Tab. 4.22 Odhad úspor při narovnání času | 48 |
| Tab. 4.23 Expedice KU | 49 |
| Tab. 4.24 odhadovaná úspora při narovnání časů | 50 |
| Tab. 4.25 Rozpad AMF 8 ve výrobním závodě B | 51 |
| Tab. 4.26 Odhad úspor po zavedení jehlových polí | 52 |
| Tab. 4.27 Ceny TOP 10 nejdražších komponent AMF 25 | 53 |

Seznam zkratek

DPS deska plošných spojů

PCB Printed Circuit Board (deska plošných spojů)

SMED Single Minute Exchange of Die (systematický proces pro minimalizaci časů, prostojů)

IL4 InteliLite (skupina výrobků)

ESD Electrostatic Discharge, tedy elektrostatický výboj

TIMWOOD zkratka označuje vždy první písmeno plýtvání (anglicky) –
transportation, inventory, movement, waiting, overproduction, overprocessing,
defects

| | |
|-------------------------|---|
| Autor BP | Josef Bárta |
| Název BP | Uplatnění metod štihlé výroby ve společnosti ComAp a.s. |
| Studijní program | DOL |
| Rok obhajoby BP | 2022 |
| Počet stran | 48 |
| Počet příloh | 0 |
| Vedoucí BP | Ing. Jan Tichý, Ph.D. |
| Anotace | Bakalářská práce pojednává o štihle výrobě. Začátek práce je zaměřen na představení podniku, jeho historii, materiálový tok, procesy a popis produktů, na který je zaměřená praktická část. Další část seznamuje čtenáře se štihlou výrobou, její historií a metodikami. Praktická část je zaměřena na analýzu výrobních procesů ve vybrané společnosti. Na základě analýzy jsou pak definovány návrhy na zlepšení. |
| Klíčová slova | výroba; proces; operace; cena; cenový rozpad |
| Místo uložení | ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově |
| Signatura | |