



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

NÁVRH ŠTÍHLÉ VÝROBY A JEJÍ IMPLEMENTACE V PODMÍNKÁCH VÝROBNÍHO PROVOZU

DESIGN OF LEAN PRODUCTION AND ITS IMPLEMENTATION IN TERMS OF PRODUCTION
OPERATIONS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Simona Kovaříková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav managementu
Studentka: **Bc. Simona Kovaříková**
Vedoucí práce: **prof. Ing. Marie Jurová, CSc.**
Akademický rok: 2021/22
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:

Návrh štíhlé výroby a její implementace v podmínkách výrobního provozu

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod

Popis podnikání ve vybraném podniku s ohledem na:

Výrobní program

dodavatele zákazníky

Cíle řešení

Vyhodnocení teoretických přístupů pro řešení

Analýza současného stavu výrobního procesu pro splnění výrobních úkolů

Návrh změn činností výrobního procesu k dosažení štíhlé výroby Podmínky realizace a přínosy

Závěr

Použitá literatura

Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Návrh změn činností při výrobě vysokonapěťových konektorů u vytypovaných strojů k dosažení štíhlého výrobního procesu se zaměřením na snížení času a nákladů.

Základní literární prameny:

JUROVÁ, M. et al. Výrobní procesy řízené logistikou. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 978-802-6500-599.

KOŠTURIÁK, J. a Z. FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

JEFFREY K. L., D. MEIER The Toyota Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps. New York, 2006, 467 p. ISBN 0-07-144893-4.

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

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

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

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem štíhlé výroby a její implementací v podmínkách výrobního provozu. Teoretická část obsahuje poznatky související s danou problematikou. V další části je představena zvolená výrobní společnost, zaměřující se na výrobu komponent pro automobilový průmysl. Další část je věnována potřebným analýzám současného stavu pracovišť a identifikaci jejich slabin. Následně jsou uvedena praktická řešení implementace vybraných prvků štíhlé výroby.

Abstract

The diploma thesis focuses on design of lean production and its implementation in terms of production operations. The theoretical part contains knowledge related to the issue. The next part presents chosen manufacturing company, which focuses on production of parts for automotive industry. Next part is devoted to the necessary analyses of production lines and identification of its bottlenecks. Lastly, there are listed practical solutions for the implementation of selected tools of lean production.

Klíčová slova

štíhlá výroba, výrobní proces, plýtvání, poka-yoke, špagetový diagram, vysokonapěťový konektor, layout, materiálový tok

Key words

lean production, production process, wasting, poka-yoke, spaghetti diagram, high voltage connector, layout, material flow

Bibliografická citace

KOVAŘÍKOVÁ, Simona. *Návrh štihlé výroby a její implementace v podmínkách výrobního provozu* [online]. Brno, 2022, 92 s. [cit. 2022-05-08]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140256>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Marie Jurová.

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 9. května 2022

.....
podpis autora

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce paní prof. Ing. Marii Jurové, CSc. za odborné vedení a poskytnutí cenných rad při zpracování diplomové práce. Dále děkuji společnosti TE Connectivity Czech, s. r. o. za umožnění vypracování práce právě v jejich společnosti, zvláště pak panu Ing. Pavlu Hrdinovi za spolupráci a ochotu při poskytnutí potřebných informací k vypracování práce.

OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍL A METODIKA PRÁCE	12
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	13
1.1.1 Členění výroby.....	14
1.2 Toyota Production System (TPS).....	15
1.3 Štíhlá výroba	16
1.3.1 Formy neefektivity.....	17
1.3.2 Kaizen	19
1.3.3 Just-in-time	20
1.3.4 Kanban	21
1.3.5 Pět S	22
1.3.6 TPM	23
1.3.7 SMED	23
1.4 Měření práce.....	23
1.4.1 Přímé měření	24
1.4.2 Nepřímé měření	25
1.5 Chyby v pracovním systému.....	26
1.5.1 Orientace na zdroje vad	27
1.5.2 Systém poka-yoke.....	27
1.6 Ergonomie	28
1.7 Materiálový tok a jeho analýza	28
1.7.1 Způsoby rozmístění pracovišť	29
1.7.2 Spaghetti diagram	31
1.7.3 Mapování hodnotového toku – VSM.....	31
1.7.4 Postupový diagram	32

1.8	Produktivita.....	33
1.8.1	Úzké místo.....	33
1.8.2	Výrobní takt.....	34
1.8.3	Celková efektivnost zařízení.....	34
2	INFORMACE O SPOLEČNOSTI.....	36
2.1	Představení společnosti.....	36
2.2	Organizační struktura.....	37
2.3	Informační systém.....	38
2.4	System TEOA.....	39
2.5	Oddělení HEMS.....	41
2.5.1	Organizační struktura oddělení HEMS.....	41
3	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	43
3.1	Projekt HVA 630.....	43
3.1.1	Retainer 259.....	44
3.1.2	Konektor 454-1 a 367-1.....	44
3.1.3	Kontakty.....	45
3.1.4	Výrobní proces.....	46
3.1.5	Layout výrobní haly.....	54
3.1.6	Špagetový diagram.....	55
3.1.7	Měření času – náměry operací.....	57
3.1.8	Předpokládaný objem výroby.....	60
3.1.9	Plánování výroby.....	62
3.2	Mapa toku hodnot – současný stav.....	64
3.3	Shrnutí analýzy současného stavu.....	64
4	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ.....	66
4.1	Zrušení 100% kontroly.....	66

4.1.1	Podmínky realizace a náklady na návrh	68
4.1.2	Přínosy realizace	68
4.2	Změna layoutu a supermarket na kontakty	69
4.2.1	Podmínky realizace a náklady na návrh	74
4.2.2	Přínosy realizace	74
4.3	Vybalancování linky FPC 3	74
4.3.1	Podmínky realizace a náklady na návrh	76
4.3.2	Přínosy realizace	76
4.4	Ukládací prostor pro kartonové krabice	79
4.4.1	Podmínky realizace a náklady na návrh	79
4.4.2	Přínosy realizace	80
4.5	Mapa toku hodnot – budoucí stav	80
ZÁVĚR		81
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....		83
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....		86
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ		88
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....		90
SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ		91
SEZNAM PŘÍLOH.....		92

ÚVOD

Konkurenční boj je v dnešním globalizovaném a technologicky vyspělém světě velmi silný a firmy jsou tlačeny k neustálým inovacím. Aby se udržely na trhu, musí pružně reagovat na změny a na stále se zvyšující požadavky zákazníků. Pro získání a udržení přízně zákazníků musí firmy neustále hledat a optimalizovat cesty k uspokojování jejich potřeb. Jedině tak se mohou udržet na trhu a nadále posilovat svoji konkurenceschopnost.

Jedním z řešení je implementace principů štihlé výroby. Podstatou štihlé výroby je zavádění nástrojů, které vedou k eliminaci plýtvání a snižování nákladů i časové náročnosti a také se zaměřují na kvalitu produktů. Filozofií nástrojů štihlé výroby je dlouhodobé a soustavné využívání drobných zlepšení, jež ve výsledku přinášejí stabilní rozvoj efektivity výroby. Přístup k neustálému zlepšování musí být znám všem pracovníkům ve firmě, a to od manažerů až po dělníky, jelikož právě oni znají jednotlivé procesy nejlépe, a mohou tak přicházet s dalšími návrhy na zlepšení. Výsledkem implementace štihlé výroby je pak stabilní, standardizovaný a vybalancovaný výrobní proces.

Tato diplomová práce se bude věnovat návrhu a implementaci nástrojů štihlé výroby ve společnosti TE Connectivity Czech, s. r. o. se sídlem v Kuřimi, která se svým výrobním programem zaměřuje na automobilový průmysl. Bude se týkat projektu HVA 630, jenž představuje výrobu vysokonapěťových konektorů pro hybridní a elektro vozy.

Práce je strukturovaná do několika částí. První část se zabývá teoretickými východisky, která jsou nutná k pochopení dané problematiky. Jedná se zejména o pojmy související se štihlou výrobou, měřením práce, chybami v pracovním procesu či analýzou materiálového toku. V druhé části bude představena zvolená výrobní společnost. Následuje analytická část, v níž bude představen projekt HVA 630 a popsán výrobní proces výrobních linek a také budou vytvořeny špagetové diagramy a provedeny náměry časů operací. Dále zde bude zobrazena mapa toku hodnot a poté budou zhodnoceny možné příležitosti ke zlepšení. Poslední část je částí návrhovou, kde budou předloženy zvolené návrhy včetně podmínek a přínosů jejich realizace. V závěru práce budou dosažené výsledky shrnuty.

CÍL A METODIKA PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je návrh změn činností při výrobě vysokonapěťových konektorů k dosažení štihlého výrobního procesu. Tyto návrhy budou zaměřeny na snížení času a nákladů.

Aby bylo možné splnit hlavní cíl, je třeba zpracovat dílčí cíle.

Dílčí cíle diplomové práce:

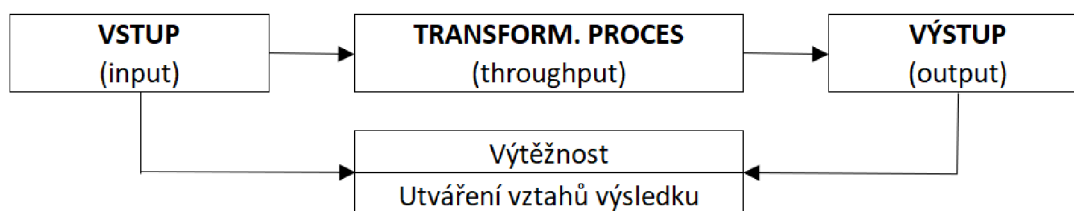
- vymezení teoretických východisek práce a pojmů souvisejících s danou problematikou,
- představení společnosti TE Connectivity Czech, s. r. o.,
- popis současného stavu výroby,
- analýza průběhu výroby,
- závěry analýzy a odhalení možností pro zlepšení,
- návrh změn činností výroby,
- podmínky realizace návrhů a přínosy realizace.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

V této části práce se zaměřím na teoretické poznatky, které budou nezbytné pro pochopení dané problematiky a následné provedení analýzy výroby v další části práce. Uvedu zde teoretické poznatky z oblasti výroby, Toyota Production System, štihlé výroby, měření práce, chyb v pracovním systému, ergonomie, materiálového toku a jeho analýzy a produktivity.

Výrobu lze chápat jako prostředek k uspokojení potřeb vytvořením věcných statků a služeb. Je výsledkem cílevědomého lidského chování, kdy za použití vstupních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejhodnotnější výstup. Výroba je tedy účelná kombinace faktorů s cílem vytvořit věcné výkony či služby.

Realizace výroby se uskutečňuje podnikovým výrobním systémem, který lze popsat třemi elementy, jimiž jsou vstup, transformační proces a výstup. (1, s. 87)



Obrázek č. 1: Výtěžnost transformačního procesu
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 1, s. 87)

Vstupy představují celou škálu výrobních faktorů, které lze dle Gutenberga členit na elementární a dispozitivní. (1, s. 88)

- Elementární faktory, které tvoří fyzickou podstatu výrobního systému, se dále rozdělují na:
 - potenciální, kam řadíme pracovní sílu a výrobní prostředky, které jsou využívány jako výkonový potenciál v transformačním procesu a lze je použít, aniž by pozbyly účinku v ohraničeném časovém období. (1, s. 88)
 - spotřební, které jsou ve výrobním procesu opakovaně zcela spotřebovány. Řadíme sem materiály tvořící podstatnou část výrobků (suroviny, produkty druhovýroby, polotovary, cizí díly a výrobky, součásti a normované díly), materiály tvořící nepodstatnou část výrobků (pomocné

materiály), provozní – režijní materiály a v neposlední řadě obchodní zboží. (1, s. 88)

- Dispozitivní faktory, kam patří management výroby (řídící složky a nástroje). (2, s. 27)

Transformační proces, který je umožněn kombinací faktorů při dodržení určitého postupu. (1, s. 88)

Výstupy, které mohou být povahy materiální nebo nemateriální. (1, s. 88)

1.1.1 Členění výroby

Členění výrobního procesu závisí na vztahu podniku se zákazníky. Pokud je výrobní produkt specifikován přímo zákazníkem, hovoříme o zakázkové výrobě. Jestliže konkrétní zákazník není přímo znám a podnik vyrábí pro trhy, označujeme tento systém uspořádání jako výrobu na sklad. (3, s. 110)

Výrobní proces lze členit podle různých hledisek, uvedu alespoň tři typy členění, a to:

Podle míry plynulosti technologického procesu rozeznáváme:

- **Výrobu plynulou** (kontinuální) – V této výrobě se technologický proces nepřerušuje, a to ani ve dnech pracovního klidu. Výrobní proces probíhá v aparaturách, které jsou vzájemně propojeny potrubními skladovacími i meziskladovacími zařízeními. Technologické i manipulační procesy jsou zde spojeny. Zastavení a rozběh těchto výrob je spojen se značnými náklady. Tento typ výroby vytváří ideální podmínky pro automatizaci. Jako příklad plynulé výroby lze uvést výrobu chemickou nebo hutní. (3, s. 110)
- **Výrobu přerušovanou** (diskontinuální, diskrétní) – V této výrobě je technologický proces přerušen potřebou provést řadu netechnologických procesů (např. výměnu nástroje, dopravu materiálu, upnutí obrobku apod.). Technologické operace představují jen nepatrnou část průběžné doby výroby. Výhodou však je, že tyto výroby mohou být bez větších nákladů zastaveny a znovu spuštěny. Automatizace se zde ovšem uplatňuje obtížněji než u plynulých výrob. Tento typ výroby je oproti plynulé také složitější, a to z důvodu různorodosti operací a velkého počtu současně vyráběných produktů. (3, s. 110)

Podle typu výroby rozlišujeme:

- **kusovou výrobu** – vyrábí se velký počet různých druhů výrobků v malých množstvích,
- **sériovou výrobu** – výroba stejného druhu produktu se opakuje v sériích, podle velikosti série rozlišujeme malo-, středně- a velkosériovou výrobu,
- **hromadnou výrobu** – výroba velkého množství jednoho nebo malého počtu druhů produktů. (3, s. 111)

Podle formy organizace výrobního procesu rozeznáváme:

- **proudovou výrobu** – je vybavena výrobními linkami a vyrábí jeden nebo několik málo produktů,
- **skupinovou výrobu** – vyrábí více druhů produktů v menších množstvích, z ekonomického hlediska produkt nemůže být vyráběn na lince,
- **fázovou výrobu** – je vyráběna celá řada produktů v malém množství u každého druhu. (3, s. 111)

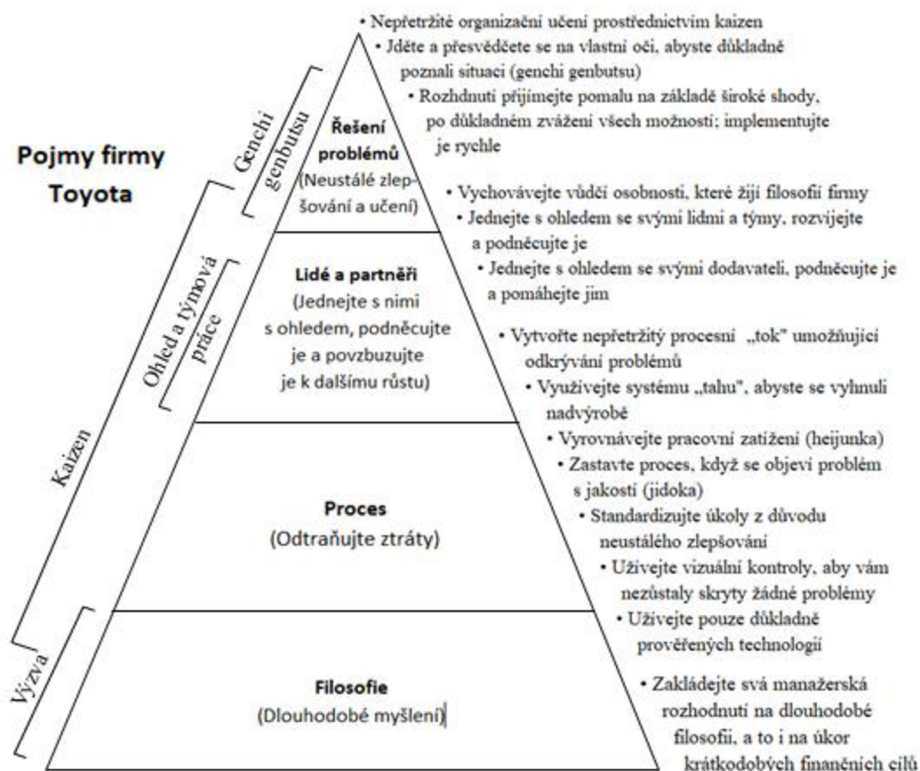
1.2 Toyota Production System (TPS)

Jde o výrobní systém Toyoty, který se vyvíjel v 50. a 60. letech minulého století. Pozornost si však získal až v průběhu 70. let minulého století v období první ropné krize, kdy Toyota jako prakticky jediný japonský podnik dokázala produkovat automobily s vyšší kvalitou, nižšími náklady a v kratším čase než její konkurenti a ropnou krizi obstála bez finančních problémů. TPS byl do začátku 90. let minulého století v různé míře přijat všemi světovými automobilkami. (4, s. 147)

Úspěch Toyoty spočívá ve velmi důsledné shodnosti výkonnosti firmy, která je přímým výsledkem provozní excelence. Tato excelence, již Toyota proměnila ve svoji strategickou zbraň, se částečně zakládá na nástrojích a metodách zlepšování jakosti, které firmu Toyota ve světě výroby proslavily. Jsou to metody just-in-time, kaizen, „jednokusový tok“, jidoka a heijunka. Úspěch Toyoty při implementaci těchto nástrojů však pramení z hlubší podnikatelské filozofie, jež se zakládá na tom, jak ona rozumí lidem a jejich motivačním faktorům. Její úspěšnost tedy vychází ze schopnosti rozvíjet tvůrčí potenciál, týmy a kulturu, nalézat strategii, vytvářet vztahy s dodavateli a udržovat učící se organizaci. (5, s. 28)

Základem TPS je 14 zásad, které J. Liker rozdělil do čtyř kategorií, jež společně tvoří model „4P“ (z angličtiny jako Philosophy, Process, People/Partners a Problem solving). Těmito kategoriemi jsou:

1. „*dlouhodobá filozofie,*
2. *správný proces přinese správné výsledky,*
3. *přidávejte hodnotu organizaci tím, že budete rozvíjet své lidi,*
4. *nepřetržitě řešení zásadních problémů podceňuje organizační učení.“ (5, s. 65)*



Obrázek č. 2: Model celkové koncepce firmy Toyota v duchu „4P“
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 5, s. 29)

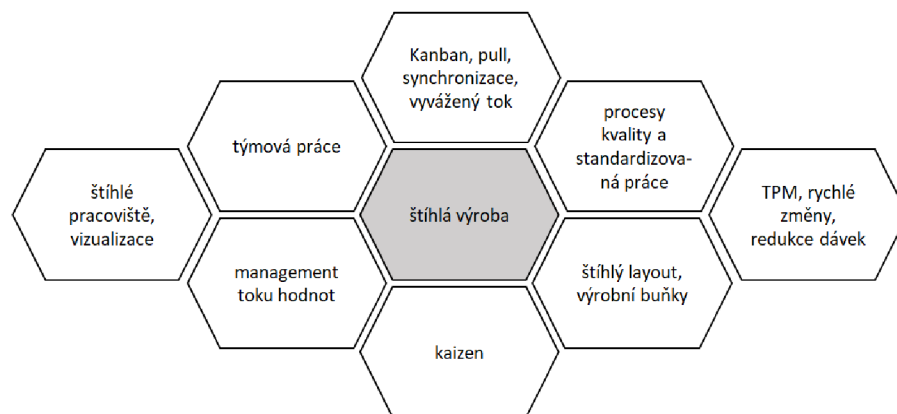
1.3 Štíhlá výroba

S pojmem Toyota Production System úzce souvisí také štíhlá výroba, jelikož se TPS stal jejím základem. Štíhlou výrobu lze chápat jako filozofii, která usiluje o zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem eliminací plýtvání v řetězci mezi nimi. Klasická definice štíhlé výroby říká: „*Štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše v samořízené výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Ke každému dni ve výrobě patří principy kaizen aktivit, analýza toků*

a systémy kanban. Toto úsilí vtahuje do změn všechny pracovníky podniku od vrcholového managementu až po pracovníky ve výrobě.“ (6, s. 17)

Mělo by jít především o maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka. Zeštíhlování představuje cestu k tomu, aby podnik vyráběl víc, měl nižší režijní náklady a efektivněji využil své výrobní plochy a zdroje. Štíhlá výroba musí být úzce propojena s vývojem výrobků a technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou v podniku. Štíhlost se vytváří již v předvýrobních etapách. (6, s. 17)

Prvky štíhlé výroby jsou zobrazeny na obrázku č. 3. Tyto prvky vedou k eliminaci jednotlivých forem neefektivity. Vybrané prvky štíhlé výroby jsou představeny v následujících oddílech této podkapitoly.



Obrázek č. 3: Prvky štíhlé výroby
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 6, s. 23)

1.3.1 Formy neefektivity

Výrobní neefektivitu označuje koncept 3M vycházející z TPS. Koncept 3M zahrnuje tři typy výrobní neefektivity, které jsou v japonštině označovány jako muda, mura a muri. (7)

Muda – Muda znamená japonsky odpad či plýtvání. V procesu výroby je produktu přidávána hodnota. Zdroje v každém procesu, jimiž jsou lidé a stroje, hodnotu buď přidávají, nebo nepřidávají. Termín muda označuje právě ty aktivity, které hodnotu nepřidávají. (8, s. 79)

Taiichi Ohno (otec TPS) klasifikoval plýtvání do sedmi kategorií, k nimž bývá přiřazována osmá kategorie, která zahrnuje plýtvání způsobené nevyužitím kreativity zaměstnanců. Podle Ohna je prvních sedm druhů plýtvání kritických, kvůli jejich dopadu

na osmý druh. Při snižování plýtvání jsou totiž pracovníci nuceni užít právě svoji kreativitu k vyřešení problémů. (9, s. 36) Níže jsou kategorie plýtvání blíže rozvedeny:

- **Plýtvání způsobené nadprodukcí**

Jedná se o výrobu ve větším množství, než vyžaduje zákazník. Obvykle vzniká za účelem vyššího využití výrobních kapacit nebo za účelem výroby většího množství pro „případ nouze“, jako například poruchy výrobních zařízení, náhlé vysoké zmetkovitosti apod. Důsledkem tohoto plýtvání jsou zvýšená spotřeba skladových prostor a zvýšené dopravní a administrativní náklady. (3, s. 88)

- **Plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami**

Toto plýtvání vzniká, pokud jsou skladovány náhradní díly, materiály, nedokončené výrobky, hotové výrobky apod. Všechny tyto položky zabírají místo a vyvolávají potřebu dalších nákladů, jako jsou regály, vysokozdvizné vozíky, pracovníci apod. Také jsou zbytečně vázány finanční prostředky, které by mohly být využity jinde. (3, s. 88)

- **Plýtvání způsobené defekty**

Tento typ plýtvání vzniká při výrobě nekvalitních, neshodných výrobků. Oprava těchto neshod vyžaduje čas, práci zaměstnanců a další finanční prostředky. Některé defektní rozpracované výrobky mohou závažně poškodit výrobní zařízení. Pokud se tyto neshodné výrobky dostanou až k zákazníkovi, může pro firmu nastat fatální problém. (3, s. 89)

- **Plýtvání způsobené zbytečnými pohyby**

Málokterý pohyb pracovníka přináší hodnotu produktu. Například přesun dělníka od výrobní linky do skladu materiálu lze označit jako plýtvání. Dle filozofie štíhlé výroby teprve přimontováním součástky k výrobku nabude výrobek vyšší hodnoty. (3, s. 89)

- **Plýtvání způsobené špatným zpracováním**

Toto plýtvání lze identifikovat přímo v samotném technologickém procesu výroby. Jedná se například o vznik otřepů z nespolehlivé pily, špatně rozmístěnou výrobní linku, příliš náročnou technologii kontroly kvality apod. Tato plýtvání lze obvykle odstranit pouhým zdravým rozumem. (3, s. 89)

- **Plýtvání způsobené prostoji (čekáním)**

K tomuto typu plýtvání dochází, pokud nastane jakékoliv čekání, které brání pokračování ve výrobním procesu. Mezi nejčastější zdroje tohoto plýtvání patří například porucha stroje, nedostatek materiálu, nerovnoměrná výroba nebo absence potřebných informací. Toto plýtvání je poměrně snadné identifikovat. Může trvat několik minut či sekund, ale firmy, jež aplikují štíhlou výrobu vyhledávají a eliminují i plýtvání, které trvá desetiny vteřin. (3, s. 89)

- **Plýtvání v oblasti dopravy**

Jde o jakýkoliv interní transport – například dovoz materiálu ze skladu, dovoz hotové výroby do skladu nebo materiálový tok mezi pracovišti. Ideálně by doprava měla zahrnovat pouze přepravu materiálu do firmy a odvoz hotových výrobků z podniku. (3, s. 89)

- **Plýtvání způsobené nevyužitím kreativity zaměstnanců**

Toto plýtvání je způsobeno nezapojením nebo nenasloucháním svým zaměstnanců, zahrnuje ztrátu času, nevyužití nápadů, dovedností, zlepšovacích návrhů a příležitosti k učení. (9, s. 36)

Mura – Mura v překladu znamená nepravidelnost. Vzniká vždy, když je narušen hladký tok práce stroje a jeho obsluhy nebo postup produktů na lince. Jako příklad lze uvést dělníka výrobní linky, který provádí opakovaný úkon a následně vyráběný produkt pošle dalšímu dělníkovi. Pokud jednomu z dělníků trvá tento úkon déle než ostatním, vzniká mura. Současně vzniká i muda, protože se práce všech musí přizpůsobit práci nejpomalejšímu z nich. (8, s. 87)

Muri – Muri znamená namáhavé podmínky, a to jak pro zaměstnance a stroje, tak i pro celý pracovní proces. Příkladem může být nový pracovník, jenž není pro práci dostatečně zaučen, práce pro něj bude namáhavá, bude pomalejší a pravděpodobně se bude dopouštět i chyb, čímž vzniká i muda. Pokud je práce pro pracovníka velmi namáhavá nebo v případě, že stroj např. vydává při práci zvláštní zvuky, je nutné si uvědomit, že se jedná o abnormalitu, kterou je nutné odstranit. (8, s. 87)

1.3.2 Kaizen

Kaizen znamená neustálé zlepšování, do kterého jsou zapojeni všichni, od dělníků až po manažery. Kaizen vychází z nás, nejprve musíme zdokonalovat sebe, poté můžeme

zkvalitňovat vztahy a spolupráci se spolupracovníky, a nakonec zlepšujeme věci a procesy okolo nás. Výraz Kaizen je složen ze dvou slov, a to KAI – změna a ZEN – dobrý, což znamená změnu k lepšímu. Kaizen, jako systém neustálého zlepšování, je uplatňován nejen v pracovním, ale i v osobním a sociálním životě. Je to způsob myšlení a filozofie, která říká, že zítra musí být lépe, než je dnes. (10, s. 3)

Základní principy Kaizenu jsou:

- Je zaměřen na zlepšení, která vycházejí ze zkušeností a znalostí lidí ve výrobě. Management firmy mnohdy problémy ve výrobní dílně prakticky podrobně nezná, avšak 60 až 70 % těchto problémů lze vyřešit zcela zdarma. (10, s. 3)
- Zapojením pracovníků do zlepšování procesů se zvyšuje jejich uspokojení z práce, dochází k rozvoji jejich schopností a ke zlepšování podnikové kultury. (10, s. 3)
- Změny „zvenčí“ reagují pouze na vznikající problémy. Pokud se změny provádějí bez přítomnosti výrobního personálu, bývají často hůře přijímané. (10, s. 3)
- Pracovníci by ve výrobě neměli být placeni pouze za plnění výkonů a dodržování norem, ale mělo by být od nich vyžadováno, aby se okolo sebe rozhlíželi a odhalovali plýtvání a možnosti zlepšení procesů – a za tyto činnosti by měli být odměňováni. (10, s. 3)
- Kaizen je filozofie vnitřní nespokojenosti se současným stavem. Měl by to být ale řízený proces, protože zlepšení z pohledu jednoho oddělení ještě nemusí být zlepšením pro celý podnik. (10, s. 4)

1.3.3 Just-in-time

Metoda Just-in-time (JIT) spočívá v uspokojení potřeby po materiálu (dílu, komponentě) ve výrobě nebo po hotovém výrobku (zboží) v distribučním článku jeho dodáváním „právě včas“, tedy v přesně dohodnutých termínech podle potřeby odebírajícího článku (pull princip, tažný systém). Jsou dodávána malá množství v co možná nejpozdějším okamžiku jejich potřeby a dodávky jsou velmi časté. Díky tomu na sebe články v dodavatelském řetězci mohou navazovat jen s minimální pojistnou zásobou. (4, s. 152) Cílem metody JIT je zabezpečení výroby v co největším časovém souladu s poptávkou prostřednictvím zjednodušení a racionalizace vnitropodnikových i mimopodnikových materiálových a informačních toků. JIT vychází z myšlenky, že je nutné eliminovat

jakékoliv ztráty. Ideálním stavem je výroba bez udržování zásob (kromě minimální pojistné zásoby). (4, s. 153)

1.3.4 Kanban

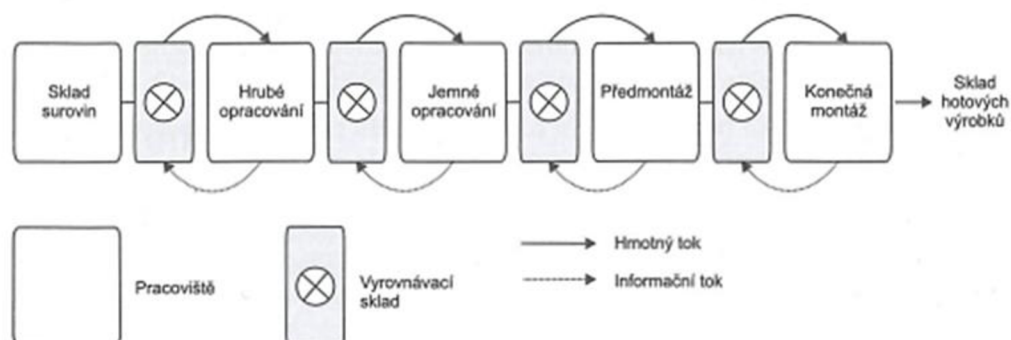
Kanban se v posledních letech řadí mezi významné koncepty v oblasti řízení výroby. V japonštině Kanban znamená karta, štítek nebo lístek. Základní inspirace systému pochází z amerických supermarketů, kdy Taichii Ohno, zakladatel TPS, a jeho spolupracovníci byli oslněni jejich významem a rozhodli se je přenést do Japonska a podrobit dalšímu podrobnému zkoumání. (5, s. 143) Myšlenka kanbanu je tedy založena na aplikaci zásad organizace činností právě amerických supermarketů do výroby. Při každém prodaném kusu zboží byl u pokladny v supermarketu odstraněn lístek, který byl na zboží připevněn, což umožnilo jednoduchým způsobem sledovat objemy prodejů. Lístky byly v určitých časových intervalech odeslány do skladu, a tak bylo zaručeno jejich doplnění. (11, s. 211)

Kanban se snaží o co nejdokonalejší přizpůsobení průběhu výroby materiálovým tokem (harmonizací). Jeho hlavním cílem je na každém stupni výroby podporovat „výrobu na výzvu“, která zlepšuje přesnost plnění termínů a umožňuje bez větších investic redukovat zásoby. Tento systém také umožňuje vrátit funkci řízení zpět do dílny, kde je možné přímo na místě přizpůsobit přísun materiálu a zpracování výrobních úloh okamžitým požadavkům. Obejde se tak těžkopádné centrální plánování a řízení, protože se vyrábí a dopravuje jen to, co je skutečně požadované. Zákazníkem je každý následující proces. (11, s. 211)

Předpoklady zavedení metody Kanban:

- vyškolený a motivovaný personál,
- vysoký stupeň opakovatelnosti výroby, bez velkých výkyvů v odbytu,
- vzájemně harmonizované kapacity,
- rychlé rozvrhovací postupy,
- částečná pružnost kapacit – ochota personálu v případě zvýšené poptávky pracovat přesčas,
- rychlé odstranění poruch zařízení (implementace TPM),
- kontrola kvality přímo na pracovišti,

- připravenost managementu na všech úrovních delegovat pravomoci na nižší úroveň,
- správně navržený layout dílny (plynulé materiálové toky). (11, s. 212)



Obrázek č. 4: Systém Kanban s materiálovými a informačními toky
(Zdroj: 11, s. 212)

1.3.5 Pět S

Pět S je metodou k zamezování ztrát pomocí lepší organizace pracovišť, díky níž je možné získat přehled o průběhu procesů. Je založena na pořádku na pracovišti, který je definován pěti japonskými pojmy, jež současně představují jednotlivé kroky a nástroje implementace. Těmito kroky jsou: (12, s. 477)

- **Seiri** (třídění) – Třídění jakožto první krok představuje vyloučení všech úkonů, nástrojů, nebo jiných součástí, které nejsou nezbytné.
- **Seiton** (umišťování) – V tomto kroku jsou všechny potřeby procesu uloženy tak, aby byly snadno dostupné a v pořadí, které zajistí plynulost a efektivnost práce.
- **Seiso** (úklid) – Tento krok říká, že pracovní prostory musí být udržovány v pořádku a čistotě. Nejde jen o úklid v okamžiku, kdy je nezbytný, ale úkony organizace úklidu by měly být součástí každého procesního cyklu.
- **Seiketsu** (standardizace) – Standardizace spočívá ve sladění a standardizování pracovních postupů tak, aby byla zajištěna opakovatelnost jednotlivých úkonů.
- **Shitsuke** (udržení) – V tomto kroku jde o udržování a kontrolování návodů a pravidel vytvořených v předcházejících krocích, aby proces nesklouzl zpět do starých kolejí. (13, s. 39)

1.3.6 TPM

Totálně produktivní údržba z anglického Total Productive Maintenance (TPM) představuje produktivní údržbu prováděnou na celopodnikové bázi. Její definice je následující: „*TPM je soubor aktivit vedoucích k provozování strojního parku v optimálních podmínkách a ke změně pracovního systému, který udržení těchto podmínek zajišťuje.*“ (11, s. 138) Přístup TPM je založen na následujících pěti pilířích:

- „*aktivita zvyšující celkovou efektivnost zařízení,*
- *samostatná údržba prováděná operátory,*
- *systém plánované údržby,*
- *trénink a vzdělávání operátorů a údržbářů,*
- *systém zlepšování stavu strojů a včasného uvedení nových strojů do provozu.*“ (11, s. 139)

Výhodou TPM je, že se nedotýká pouze oblasti předcházení poruchám, ale také oblasti redukce defektů, krátkodobých prostojů, zkracování doby změn sortimentu, a tím i pružné reakce zákazníka. (11, s. 138)

1.3.7 SMED

Cílem metody rychlého přeseřízení (SMED – Single Minute Exchange of Dies) je zkracovat proces přechodu výrobního zařízení z jedné výrobní dávky na druhou. Čas přeseřízení strojů či linky zahrnuje dobu mezi posledním bezvadným výrobkem typu A a prvním bezvadným výrobkem typu B. Tuto dobu je možné rozdělit na čas, kdy výroba stále probíhá (externí čas přeseřízení), a čas, kdy výrobní zařízení již nevyrábí (interní čas přeseřízení). Cílem SMED je zkracování obou časů přeseřízení a také přesun činností z interních do externích přeseřízení. Tím se docílí redukce času, kdy je stroj zastaven. (12, s. 476)

1.4 Měření práce

Pojem měření práce představuje aplikaci technik vytvořených pro určení času, který potřebuje kvalifikovaný dělník na vykonání specifikované práce na definované úrovni výkonu. (14, s. 89)

Měření práce je poměrně jednoduchým a zároveň velmi účinným nástrojem v boji proti plýtvání v procesech. Jedná se o aktivity vedoucí k definování optimálního pracovního postupu a určení spotřeby času pro jednotlivé činnosti. (15)

Měření času lze provádět pomocí celé řady postupů, jimiž jsou:

- hrubé odhady,
- kvalifikované odhady,
- využití historických údajů,
- časové studie, pomocí přímého měření,
- systémy předem určených časů. (14, s. 90)

Měření bývá rozdělováno na přímé a nepřímé.

1.4.1 Přímé měření

Jde o měření spotřeby času za pomoci stopek, potřebných formulářů či případně specializovaného zařízení nebo softwaru. V oblasti přímého měření se v zásadě rozlišují dva základní postupy, jimiž jsou snímek pracovního dne a časový snímek operace (chronometráž). (15)

1.4.1.1 Snímek pracovního dne

Tato technika spočívá v nepřetržitém pozorování veškeré spotřeby času během směny. Cílem je získání komplexního přehledu o spotřebě času, identifikace plýtvání, určení poměru činností, které nepřidávají hodnotu, a případně navržení nové formy organizace práce. (15)

1.4.1.2 Časový snímek operace (chronometráž)

Chronometráž se využívá pro stanovení délky trvání určitého pracovního děje (operace). Je založena na principu rozdělení měřené práce do několika dílčích úseků (úkonů nebo měřících bodů). Výhodou chronometráže plynoucí zejména z rozdělení operací na jednotlivé úkony je především vyloučení extrémních hodnot jednotlivých úkonů a zajištění poměrně vysoké spolehlivosti měření, dále možnost balancování operací (přesouvání jednotlivých úkonů mezi pracovníky) a také definování problematických úkonů. (15)

Druhy snímků operace:

- **Plynulý** – Jde o měření všech úkonů v operaci, v níž mají úkony pravidelný sled. Výsledkem jsou informace o skutečné spotřebě času jak na jednotlivé úkony, tak na celou operaci.
- **Výběrový** – Měří se vybrané úkony sledované činnosti. Využívá se pro určení spotřeby času u vybraných, pravidelně i nepravidelně se opakujících předem známých úkonů.
- **Obkročný** – Využívá se pro měření času všech úkonů v operaci s nepravidelným sledem úkonů. Jde o kombinaci snímku pracovního dne a plynulé chronometráže. (16)

Etapy měření snímku operace:

- **Příprava k pozorování a měření** – Tato etapa má zajistit standardní průběh snímku operace. Vybere se pracovník a pracoviště, operace se rozčlení na jednotlivé úkony a stanoví se doba trvání snímku. Je důležité, aby pozorovaný dělník správně chápal poslání snímku operace. (17, s. 414)
- **Pozorování, měření a záznam naměřených hodnot** – V této etapě zaznamenáváme pozorované děje, měříme doby jejich trvání stopkami a naměřené údaje zapisujeme. Pro rychlost střídání úkonů se zpravidla zaznamenává postupný čas, z kterého se po dokončení měření propočte jednotlivý čas. (17, s. 414)
- **Zpracování a rozbor naměřených časů** – Časy se seskupují do tzv. časových řad a provádí se očištění od odchylovících se hodnot, které by výsledné hodnoty zkreslily. (17, s. 415)

1.4.2 Nepřímé měření

Nepřímé měření je založeno na principu rozboru jednotlivých úkonů na základní pohyby, kterým je následně dle náročnosti přiřazen index odpovídající určité spotřebě času. Nepřímé měření se také označuje jako systémy předem určených časů. (15) Patří sem metody:

- MOST (Maynard Operation Sequence Technique),
- MTM (Method Time Measurement),

- USD (Unified Standard Data),
- UAS (Universelles Analysier System),
- The Work Factor System. (14, s. 90)

1.5 Chyby v pracovním systému

Mezi faktory, které ovlivňují, zda je výrobek správně vyroben, nebo je vadný, patří pracovník, stroj, pracovní postup, materiál a informace. Nejčastější příčinou vad jsou chyby způsobené pracovníky. (14, s. 234) Tyto chyby lze rozdělit do dvanácti kategorií, jimiž jsou:

1. chyby vlivem neznalosti (principu a souvislostí),
2. chyby ze zapomnělosti,
3. chyby z přehlédnutí (chybná identifikace),
4. chyby z nerespektování pravidel,
5. chyby z nepozornosti,
6. chyby z pomalé reakce na vzniklou situaci,
7. chyby z diletantství (amatérismu),
8. chyby spojené s kumulací „drobných“ nedostatků,
9. chyby z nedostatečné standardizace práce,
10. chyby vlivem ergonomicky nevhodného pracoviště,
11. chyby vlivem nevhodné konstrukce výrobku,
12. chyby záměrné. (14, s. 235)

Pro odstranění následků chyb je nutné orientovat se na jejich prevenci a kontrolu. Většinu chyb je možné eliminovat, pokud identifikujeme jejich příčiny a realizujeme preventivní opatření, které lze shrnout do programu „nulových chyb“, jenž se opírá o dva základní pilíře:

- orientace na zdroje vad (software),
- systém poka-yoke (hardware). (14, s. 237)

1.5.1 Orientace na zdroje vad

Rozlišujeme tři druhy přístupu ke kontrole (inspekci):

- **Kontrola, která odstraňuje následky chyb** – Jde o kontrolu hodnocením výsledné úrovně shody nebo neshody u daného produktu. Jejím cílem je oddělit vadné polotovary, díly nebo výrobky a nedovolit, aby se dostaly do dalšího procesu nebo k zákazníkovi. Je založena na následné kontrole, takže nemůže snížit míru zmetkovitosti. Nemá ji tedy smysl využívat, pokud chceme zlepšit jakost produktu a produktivitu. (14, s. 237)
- **Kontrola, která redukuje následky chyb** (např. SPC, integrovaná automatizovaná kontrola nebo třídění) – Jedná se o informativní kontrolu, která poskytuje zpětnou vazbu pro výrobní procesy, v nichž se poté provádějí potřebná opatření pro dosažení požadovaných výstupů. Přispívá ke snížení zmetkovitosti, ale je pouze „zrcadlem“, které odráží prostřednictvím různých typů grafů přesný stav věcí. (14, s. 237)
- **Kontrola, která eliminuje následky chyb** – Tato kontrola je orientována na zdroje vzniku neshodného produktu. Na rozdíl od prvních dvou typů kontrol je schopna výskyt chyb zcela eliminovat. Je to metoda, která je (spíše než stimulací zpětné vazby a nápravných opatření) založena na myšlence objevit chyby v momentu, kdy ještě může proběhnout okamžitá zpětná vazba i korekce lidské chyby. (14, s. 238)

1.5.2 Systém poka-yoke

Systém poka-yoke představuje přístup, který eliminuje důsledky chyb způsobených lidmi z důvodu nedbalosti. Název vychází z japonských slov yokeru (vyhnout se) a poka (zbytečné chyby), a lze ho tedy volně přeložit jako vyhnout se zbytečným chybám. Patří mezi metody štíhlé výroby, které vyhledávají možnou lidskou chybu, blokují proces a umožňují její odstranění v rámci zpětné vazby. Poka-yoke osvobozuje pracovníky od psychické zátěže při opakovaných monotónních činnostech. Na rozdíl od principu spíše pasivní kontroly (např. plánované přejímky, SPC apod.), která identifikuje a odstraňuje následky chyb, systém poka-yoke aktivně eliminuje důsledky chyb identifikací a odstraněním chyb bezprostředně v místě svého vzniku. (14, s. 239)

Prostředky poka-yoke napomáhají vyhnouti se defektům a vadám. Musí být tedy chápány jako významné prostředky pro „zabudování“ jakosti do procesů. Tyto prostředky jsou založeny jak na klasických mechanických řešeních, tak i na prostředcích průmyslové automatizace. (14, s. 240)

1.6 Ergonomie

Pojem ergonomie vznikl spojením řeckých slov ergon, v překladu práce, a normos, v překladu zákon. (18) Ergonomie je mezioborová disciplína, jejíž podstata spočívá v synergii optimálních vztahů mezi člověkem, pracovními prostředky a pracovním prostředím. Jejím úkolem je vytvoření technických a organizačních podmínek pro efektivní lidskou práci, snižování nepříjemné pracovní zátěže, zvyšování pracovní pohody omezení podmínek pro chyby a zdravotní ohrožení člověka. (19, s. 70) Mezi nejdůležitější ergonomické zásady patří:

Plošné prostorové řešení – Rozměry pracovišť a pracovních míst musí odpovídat tělesným rozměrům dané populace a počtu pracovníků na pracovišti. Dále musí umožňovat snadný přístup, případně i únik s přihlédnutím k typům, velikosti a rozmístění technologických zařízení, ke zdrojům škodlivin a k mikroklimatickým podmínkám. (20, s. 81)

Pracovní poloha – Zaměstnanec by měl mít možnost v průběhu směny střídat polohu. Poloha těla by neměla být příčinou únavy. (20, s. 81)

Pracovní pohyby – Pohyby těla a končetin musí být vzájemně vyváženy. Pohyby, které mají vysoké požadavky na přesnost, nesmí být náročné na vynaložení síly. Ovladače musí být umístěny v dosahových oblastech. (20, s. 81)

Fyzická náročnost práce – Z fyziologického hlediska se svalová práce rozlišuje na statickou a dynamickou. Nejefektivnější je práce dynamická, naopak statická práce je nejméně ekonomická a nejvíce zatěžující. Fyzická namáhavost je hodnocena pomocí spotřeby energie vynaložené na danou činnost. (20, s. 81)

1.7 Materiálový tok a jeho analýza

Materiálový tok představuje řízený tok materiálu, surovin či polotovarů, který umožňuje charakterizovat dynamiku výroby v prostoru a čase. Je ovlivněn uspořádáním výrobních

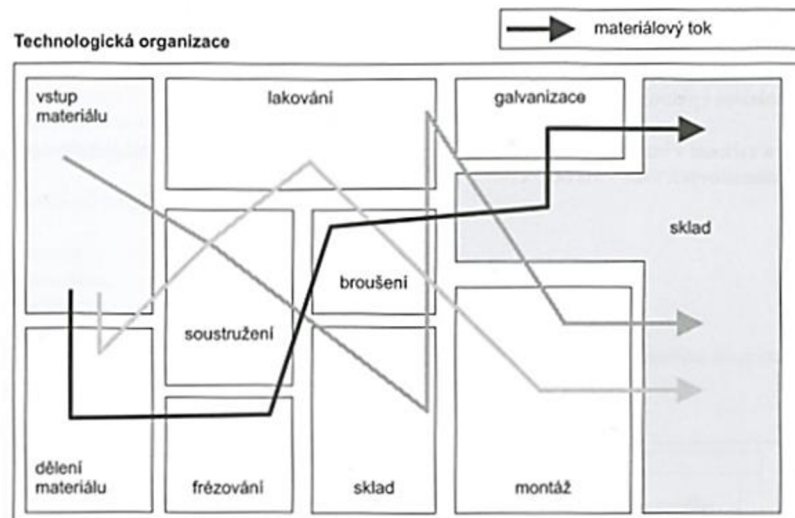
zařízení a pracovních jednotek. Právě díky vhodnému rozvržení a uspořádání budov, strojů, skladů a pracovních úseků lze dosáhnout nezanedbatelné úspory nejen samotného materiálu a času, ale i finančních prostředků. (3, s. 217)

Při analýze materiálového toku se zkoumá efektivnost pohybu materiálu v rámci jednotlivých etap výrobního procesu. Dochází tedy ke znázornění podstatných požadavků výrobních, dopravních, manipulačních a skladovacích procesů a jejich vzájemných vazeb s cílem odhalit slabá nebo úzká místa. Je vhodné se soustředit na nejdůležitější přesuny materiálu mezi jednotlivými místy vstupu a výstupu materiálu. (3, s. 218)

1.7.1 Způsoby rozmístění pracovišť

Jak je zmíněno výše, materiálový tok je ovlivněn uspořádáním výrobních zařízení a pracovních jednotek. Rozlišujeme:

Technologické (skupinové) uspořádání – Je typické svojí orientací na výrobní proces. Výrobní operace jsou sloučeny podle jejich příbuznosti (např. kování v kovárně, obrábění v obrobně). Toto uspořádání je výhodné například u drahých zařízení či širokého spektra součástek. (3, s. 132)

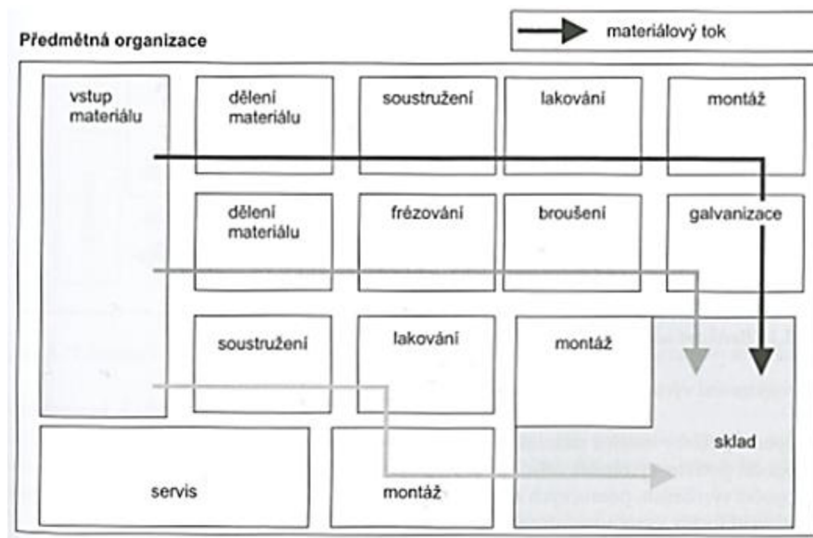


Obrázek č. 5: Technologické uspořádání pracovišť

(Zdroj: 3, s. 133)

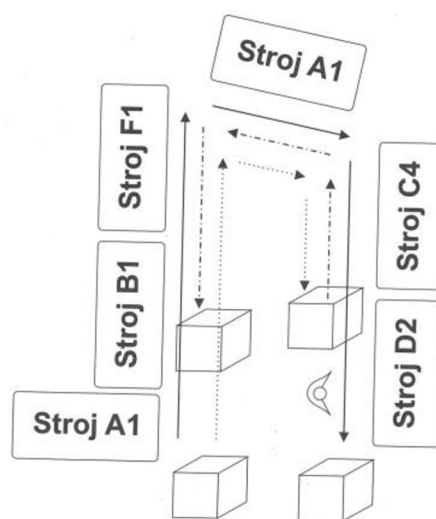
Předmětné uspořádání – Je charakteristické svojí orientací na výrobek. Jsou vytvořeny menší jednotky pro kompletní zpracování části výrobku nebo výrobků. U této formy uspořádání je vhodné začít s analýzou výrobního sortimentu a opatřeními již v konstrukci

a technologii. Problém nastává s využitím výrobní základny při změně výrobního programu. (3, s. 132)



Obrázek č. 6: Předmětné uspořádání pracovišť
(Zdroj: 3, s. 133)

Buňkové uspořádání – Toto uspořádání spojuje výhody předmětného a technologického uspořádání na základě potřeby vyrábět mix malých a středních objemů více druhů komponent linkovým způsobem. Buňkové uspořádání si lze představit jako prostorové seskupení technologicky rozdílných strojů, které umožňuje zpracovávat technologicky příbuzné komponenty. Produkty s podobnými nároky na zpracování tvoří tzv. výrobní rodiny. (3, s. 134)



Obrázek č. 7: Buňkové uspořádání pracovišť
(Zdroj: 3, s. 134)

1.7.2 Spaghetti diagram

Patří mezi nejjednodušší metody analýz materiálového toku, které se používají pro mapování interního materiálového toku a hledání nejvhodnější přepravní cesty nebo návrhu layoutu pracoviště. Spaghetti diagram je založen na zakreslení každého pohybu pracovníka na určitém pracovišti v daném časovém úseku. Pro značení každého přesunu jsou používány odlišné barvy. Při současném rozvoji informačních technologií je možná elektronizace řešení Spaghetti diagramu. (3, s. 219)

1.7.3 Mapování hodnotového toku – VSM

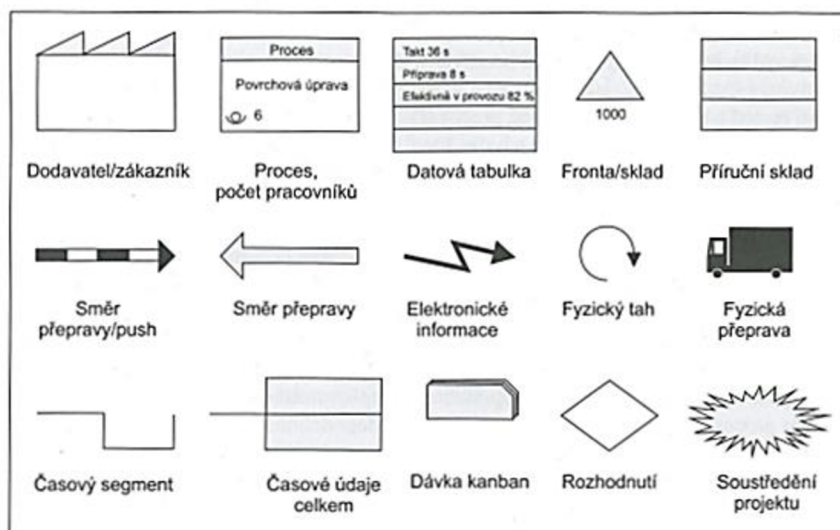
Mapování hodnotových toků (z angličtiny Value Stream Mapping) je metodou Toyoty, která je využívána odborníky TPS k mapování současného a budoucího neboli „ideálního“ stavu v procesech implementace štíhlých systémů. Metoda pokrývá mapování toku materiálu a informací. (21, s. 1)

Metoda VSM slouží pro popis procesů, které přidávají, ale i nepřidávají hodnotu ve výrobních, servisních i administrativních oblastech podniku. Záměr užití této metody spočívá ve sledování celkového průběhu materiálu (resp. služby) od zákazníka přes výrobce až k dodavateli a za využití grafických symbolů zakreslení průběhu materiálového a informačního toku s cílem vytvoření komplexního obrazu výrobního procesu. (3, s. 222)

Mapování se skládá ze dvou fází, kdy první fáze spočívá ve zjištění a zmapování současného stavu. Zpracování mapy obsahuje popis, určení nebo výpočet sledu procesů, celkové průběžné doby, VA indexu (Value – Added Index), VA time (Value – Added time) a NVA time (NonValue Added Time). (3, s. 222)

Druhá fáze spočívá v návrhu budoucího stavu v závislosti na principech štíhlého řízení, který vede k odstranění plýtvání. Metody VSM lze také využít při:

- zavádění výrobního procesu výrobku,
- změně výrobního procesu výrobku,
- návrhu nových výrobních procesů,
- změně plánování a rozvrhování výrobního procesu,
- analýze současného stavu výrobního systému. (3, s. 222)



Obrázek č. 8: Symboly užívané pro mapování hodnotového toku
(Zdroj: 13, s. 143)

1.7.4 Postupový diagram

Postupový diagram, resp. procesní analýza představuje univerzální nástroj používaný nejen v logistice pro popis a analýzu věcné, časové a prostorové stránky logistických i výrobních procesů. Jeho hlavní účel je znázornit posloupnosti všech manipulačních, technologických a kontrolních operací, které jsou prováděny na určitém výrobku nebo dávce určitého procesu. Postupový diagram může být využit u produkčních procesů jednoho výrobku, skupiny výrobků apod., ale může být použit i u nevýrobních operací nebo služeb (např. objednávka). Diagram graficky znázorňuje sled aktivit pomocí symbolů zobrazených v tabulce níže. (3, s. 219)

Tabulka č. 1: Základní symboly postupového diagramu
(Zdroj: Vlastní zpracování dle: 3, s. 221)

Symbol	Obsah	Symbol	Obsah
	Technologická operace		Čekání (nečinnost)
	Doprava (popř. transport)		Kontrola množství
	Skladování		Kontrola kvality

1.8 Produktivita

„Produktivita je míra efektivnosti, se kterou podnik využívá své zdroje při výrobě výrobků a služeb.“ (22, s. 147)

Produktivita se obvykle vyjadřuje některým poměrovým ukazatelem (na výstupu vzhledem ke svému vstupu – práce, materiál, energie apod.). (22, s. 147)

$$Produktivita = \frac{výstup}{vstup}$$

Ukazatele produktivity se počítají jak pro jednotlivé operace, tak i pro pracoviště, cechy, podniky nebo i celý stát. Produktivita je velmi důležitá, protože vypovídá o míře konkurenční schopnosti výroby (firmy). Mezi hlavní faktory, které ji ovlivňují, patří pracovní metody, kapitál, kvalita práce, technologie a styl řízení. (22, s. 148)

1.8.1 Úzké místo

Jedním z předpokladů zvyšování produktivity výroby je odhalení úzkých míst výrobního toku (bottlenecks) prostřednictvím systematické analýzy celého výrobního systému. Tato místa jsou totiž příčinou prodlev (čekání na opracování). Zvyšování produktivity jiného místa nevede ke zvýšení produktivity systému. (22, s. 148)

Úzké místo je bodem, který systému zabraňuje dosahovat vyšší výkonnosti. Podnik má také omezení, jež mu zabraňují vydělávat více peněz. Tato omezení lze rozdělit do tří základních kategorií, jimiž jsou:

- **Fyzická omezení**, která lze snadno identifikovat a odstranit. Patří sem stroje, lidé, hmotné zdroje a zařízení apod. (6, s. 49)
- **Omezení v řízení** (manažerská omezení) představují další kategorii, která již není tak snadno identifikovatelná. Jedná se o chybná manažerská rozhodnutí. Řadíme sem například špatný výběr subdodavatele, špatnou personální politiku či nedostatečně proškolený personál. Jejich vlivem obvykle vznikají fyzická omezení. (6, s. 49)
- **Omezení v chování lidí** jsou poslední kategorií a zahrnují domněnky, přesvědčení nebo předpoklady, které zapříčiňují a podmiňují výskyt manažerských omezení. (6, s. 50)

Management úzkých míst se skládá z pěti kroků:

1. **Identifikace omezení** – Nejprve je nutné analyzovat systém pro nalezení omezení, která brání dosažení maximálního zisku. Je třeba zjistit druh omezení. Fyzické omezení lze definovat například pomocí vysokých zásob nebo dlouhých operačních časů.
2. **Rozhodnutí, jak využít omezení** – Cílem tohoto kroku je co nejefektivněji využít omezení (úzké místo) a odstranit všechny ztráty.
3. **Podřízení všeho ostatního danému rozhodnutí** – Představuje soustředění úsilí na zlepšení výkonnosti omezení podřízením ostatních prvků systému omezení.
4. **Odstranění omezení** – Spočívá v hledání řešení pro odstranění omezení. Toho lze obvykle dosáhnout novou investicí, modifikací systému apod.
5. **Další akce** – Tento krok je základem neustálého zlepšování. Když je omezení odstraněno, je třeba se vrátit k bodu č. 1. (6, s. 51)

1.8.2 Výrobní takt

Výrobní takt lze definovat jako „*interval mezi odvedením dvou po sobě následujících součástí (výrobků)*“. (2, s. 156)

Výrobní takt se stanoví jako podíl využitelného časového fondu zařízení – F_{tv} (v N_h nebo N_{min}) a počtu výrobků, které budou za dané období na zařízení (lince) vyrobeny – Q :

$$T = \frac{F_{tv}}{Q} \quad (2, s. 156)$$

Takt se určuje pro jednotlivá pracoviště, linky i dílny. Výrobní takt linky je dán nejdelším taktům pracoviště. Jestliže jsou na lince takty jednotlivých pracovišť značně odlišné, dochází k častým přestávkám a k nedostatečnému využití výrobního zařízení a pracovníků. (23, s. 201)

1.8.3 Celková efektivnost zařízení

Celková efektivnost zařízení (OEE) je ukazatel efektivnosti výrobních zařízení. Je možné ho využít pro srovnání efektivnosti jednotlivých výrobních zařízení, ale i celých výrobních firem. Je využíván podniky, pro které je zásadní neustálé zlepšování a zeštíhlování výroby. OEE pomáhá odkrýt skryté kapacity strojů a výrobních zařízení. Jeho hodnota je udávána v procentech. Pokud je vyšší než 85 % je možné usoudit, že firma pracuje velmi efektivně. (24)

Mezi faktory, které ovlivňují efektivní využívání strojů a zařízení, patří:

- míra využití (dostupnost),
- míra výkonu (výkon),
- míra kvality. (3, s. 154)

Vztah pro výpočet OEE je:

$$OEE = \text{míra využití} * \text{míra výkonu} * \text{míra kvality}$$

Dílčí ukazatele se stanoví následovně:

míra využití:

$$\frac{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prстоje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení}}$$

míra výkonu:

$$\frac{\text{počet vyrobených kusů} * \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prстоje}}$$

míra kvality:

$$\frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}}$$

Vztah po úpravě:

$$\frac{\text{počet kvalitních výrobků} * \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu stroje}} \quad (3, \text{ s. } 154)$$

2 INFORMACE O SPOLEČNOSTI

Tato část práce bude zaměřena na základní seznámení se společností TE Connectivity Czech s. r. o., kterou jsem si pro zpracování diplomové práce zvolila. Bude představena organizační struktura, informační systémy využívané ve společnosti, systém TEOA, oddělení HEMS a jeho organizační struktura.

2.1 Představení společnosti

TE Connectivity Czech s. r. o. je výrobní podnik sídlící v Kuřimi spadající pod divizi Automotive korporace TE Connectivity, která patří mezi největší světové dodavatele elektronických komponentů do mnoha průmyslových odvětví (automobilový a letecký průmysl, lékařství, obranný průmysl, komunikační systémy, spotřební elektronika, průmyslová zařízení apod.) Společnost po celém světě zaměstnává okolo 80 000 zaměstnanců, z toho více než 7 500 inženýrů. (25)



Obrázek č. 9: Logo společnosti
(Zdroj: 27)

Kuřimský závod je svým výrobním programem zaměřen na automobilový průmysl. Výrobní portfolio zahrnuje konektory, kabeláže pro připojení airbagu, kabelové soustavy, senzory, indukční systémy, spínací moduly, vysokonapěťové kabelové soustavy pro hybridní a elektro vozy, vysokorychlostní kabelové systémy a další specializované produkty pro automobilový průmysl. (26)

Mezi zákazníky společnosti patří například VW, Audi, BMW, Opel, Ford, Volvo, MAN, DAF, Daimler-Chrysler, Bosch, Siemens, Valeo, Leoni, Yazaki, Lear, Jaguar Land Rover, WABCO, Dräxlmaier a další. (27)

Komponenty pro výrobu jsou kromě externích dodavatelů zajišťovány interně, a to buď v rámci závodu, nebo z jiných závodů společnosti po celém světě. Pro montážní střediska se v Kuřimi vyrábí kontakty a lisují některé plastové komponenty. (27)

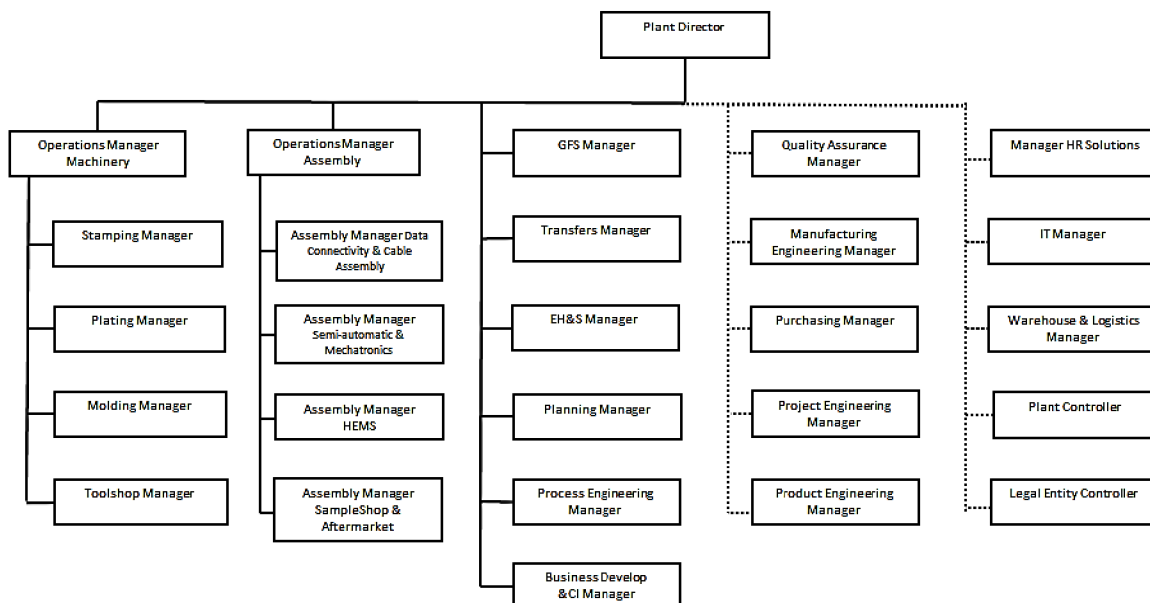
Závod byl postaven v roce 1995. V současnosti společnost využívá 38 tis. m² vlastních výrobních a skladovacích ploch a 8,2 tis. m² ploch si pronajímá. (27)



Obrázek č. 10: Areál společnosti
(Zdroj: 27)

2.2 Organizační struktura

Společnost má následující organizační strukturu.



Obrázek č. 11: Organizační struktura společnosti
(Zdroj: 27)

Výroba je rozdělena na jednotlivá výrobní střediska dle konkrétního charakteru produkce. Mezi střediska patří:

- oddělení zabývající se lisováním kontaktů,
- oddělení výroby kabelových svazků,
- oddělení pokovování kontaktů,
- oddělení výroby plastových dílů vstřikováním,
- oddělení HEMS (Hybrid and Electric Mobility Solutions),
- oddělení výroby vzorků a prototypů a další.

Společnost nemá vlastní marketingové oddělení, neprovozuje prodejní síť. V současnosti zaměstnává okolo 2 900 zaměstnanců. Počet zaměstnanců však poměrně kolísá, z důvodu vysoké fluktuace zaměstnanců zejména na pozici „operátor výroby“. (27)

2.3 Informační systém

Společnost disponuje ERP systémem SAP, který je používán napříč celou společností. Integruje řadu podnikových procesů a umožňuje rychle dohledat potřebné informace. Všechny položky, ať už se jedná o materiál, skladové zásoby nebo hotové výrobky lze jednoduše dohledat pod PN, jímž jsou označeny. Lze dohledat informace o množství na skladě, datu objednávky, do jakých finálních výrobků daný komponent vstupuje apod.

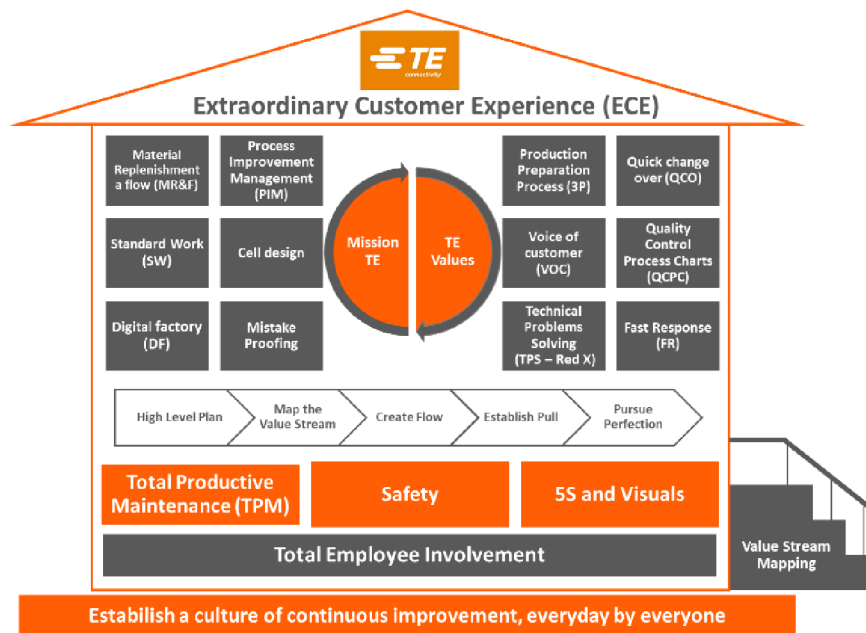
Společnost také využívá systém Hydra, který patří do skupiny MES systémů pro řízení výroby. Hydra je modulární systém, jenž společně umožňuje nakupovat pouze ty části, které pro svoji činnost potřebují. Společnost TE Connectivity využívá systém Hydra například pro plánování a přehled výroby, kontrolu ukončených zakázek, kontrolu a vyhodnocení zmetkovitosti, zjišťování OEE, vyhodnocení prostojů, personální management či správu dat. U každé výrobní linky nebo stroje se nachází dotykový terminál, aby pracovník mohl s daty efektivně pracovat. Operátor se na začátku výroby přihlásí k dané operaci a zvolí PO, jež bude vyráběno. Na konci směny vkládá do Hydry počet vyrobených kusů, počet zmetků a jejich důvod. V případě strojů není nutné manuální zadávání pracovníky z důvodu jejich propojení se systémem. (27)

2.4 Systém TEOA

Společnost TE Connectivity se zaměřuje na Lean aktivity prostřednictvím systému TEOA – Tyco Electronics Operating Advantage. Jde o obchodní filozofii, jež zastřešuje všechny aktivity v TE Connectivity k vytvoření štíhlého podniku. TEOA funguje na základě neustálého odstraňování plýtvání, a soustavném zlepšování a eliminaci činností, které nepřidávají hodnotu. V rámci systému TEOA jsou využívány nástroje, které slouží k analýze procesů a provádění činností správným způsobem. Celkem TEOA využívá 16 nástrojů a metod, jimiž jsou:

- mapování hodnotových toků,
- 5S,
- Bezpečnost,
- celková produktivní údržba (TPM),
- rychlá odpověď (FR),
- strukturované řešení problémů (TPS),
- řízení procesu kvality (QCPC),
- hlas zákazníka (VOC),
- rychlá výměna (SMED),
- 3P (Production, Preparation, Process),
- odolnost vůči chybám (poka yoke),
- cell design (návrh výrobní buňky),
- doplňování materiálu a materiálový tok (MR&F),

- standardizace práce,
- řízení zlepšování procesů (PIM),
- digitální továrna (DF). (27)



Obrázek č. 12: Nástroje TEOA
(Zdroj: 27)

Primárním cílem systému TEOA je dosahování vyšší provozní výkonnosti prostřednictvím zlepšování klíčových ukazatelů výkonnosti. Mezi hlavní sledované KPI patří bezpečnost, kvalita, dodávky na čas, obrátka zásob a produktivita. Bezpečnost je měřena ukazatelem míry reportovaných úrazů TRIR (Total Recordable Incident Rate). Ukazatelem v oblasti kvality je počet oprávněných zákaznických reklamací k počtu dodávek v Parts per milion (PPM). Pro sledování dodávek na čas se užívá ukazatel OTD (On Time Delivery). Produktivita je zjišťována porovnáním nákladů ve dvou finančních obdobích. Na základě dosažených výsledků ukazatelů je každý závod ohodnocen a jsou mu přiděleny hvězdy. Aby však byly hvězdy závodu uděleny, je nutné ukazatele na dané úrovni udržet nejméně šest měsíců. Výkonnostní prahy ukazatelů jsou zobrazeny v tabulce č. 2. Tento systém hodnocení se nazývá tzv. hvězdné hodnocení a umožňuje sledovat postupné zlepšování jednotlivých závodů. (27)

Tabulka č. 2: Výkonnostní prahy KPI
(Zdroj: 27)

Hvězdné hodnocení				
TE Kuřim				
	Srpen 2021	★★★★	★★★★★	★★★★★★
Bezpečnost (TRIR)	★★★★★★★★	<0,75	<0,5	<0,25
Kvalita	★★★★★	<1500	<500	<100
Dodávky na čas	★★	>85%	>90%	>95%
Obrátka zásob	★★★	12	15	18
Produktivita	★★★★★★★★	3%	4%	5%

2.5 Oddělení HEMS

Název oddělení HEMS je zkratkou anglických slov Hybrid and Electric Mobility Solutions. Jak již tedy plyne z názvu, toto oddělení se zabývá výrobou dílů do hybridních a elektro vozů. Jsou to především vysokonapěťové konektory, nabíjecí rozhraní, konektorové systémy a další specializované komponenty pro hybridní a elektrické automobily. (27)

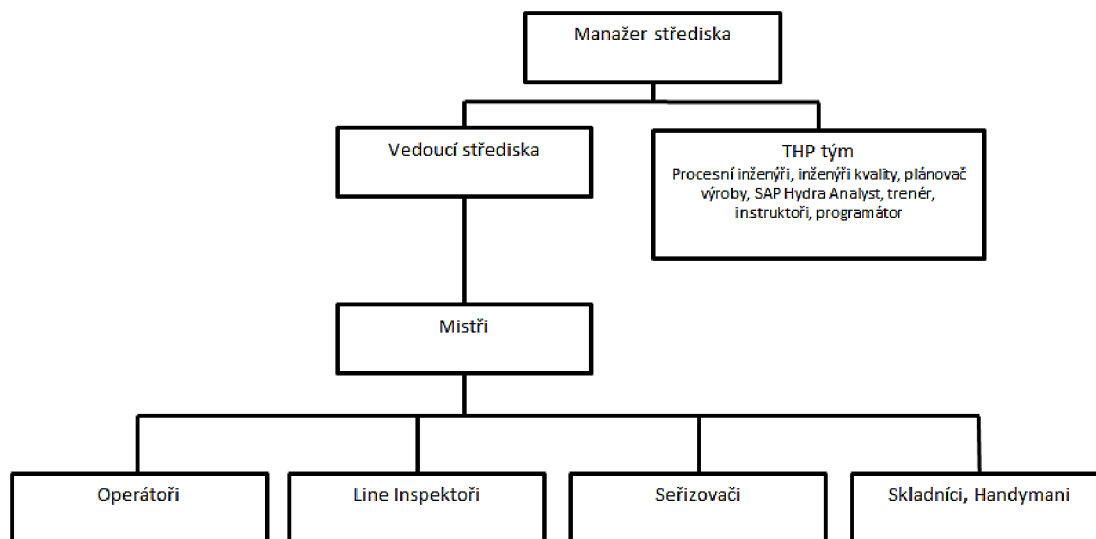


Obrázek č. 13: Produkty oddělení HEMS
(Zdroj: 27)

2.5.1 Organizační struktura oddělení HEMS

V čele oddělení stojí manažer střediska. Pod manažera spadá vedoucí střediska a dále THP tým. Organizační struktura střediska však není jednoznačná, protože ne všichni členové THP týmu spadají pod manažera střediska, ale mají své vlastní nadřízené v rámci závodu. Jedná se o inženýry kvality, procesní inženýry a plánovače výroby. Jejich nadřízeným je pak vedoucí kvality, vedoucí procesních inženýrů a vedoucí

plánování. Pod vedoucího střediska spadají výrobní mistři. Směny jsou celkem čtyři, protože společnost má nastavený systém nepřetržitého provozu s 12hodinovými směny. Pod mistra dále spadají line inspektoři, kteří mají za úkol provádění pravidelných kontrol kvality produkce, přípravu dokumentace pro jednotlivá pracoviště, analýzu vyřazených NOK kusů a archivaci výrobní dokumentace a vzorků. Každá směna má čtyři line inspektory. Dále jsou na směně čtyři seřizovači, kteří jsou zodpovědní za seřizování výrobních zařízení, provádění oprav, plánované údržby zařízení a udržování dokumentace strojů. Skladníci a handymani mají na starost přípravu a vychystávání materiálu pro zásobování jednotlivých výrobních linek materiálem a následně odvádění hotové výroby na sklad. Doplnují veškeré komponenty včetně obalových materiálů, vyváží odpad a vyprazdňují zmetkové bedny. V neposlední řadě pod mistra spadají výrobní operátoři, jejichž počet je okolo padesáti pro každou směnu. Úkolem operátorů je výroba komponentů, obsluha výrobních zařízení a kontrola a balení hotových výrobků na základě pracovních pokynů. (27)



Obrázek č. 14: Organizační struktura oddělení HEMS
(Zdroj: 27)

3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části se zaměřím na projekt HVA 630. Popíšu výrobní proces jednotlivých linek, zobrazím layout linek v rámci výrobní haly, vytvořím špagetové diagramy a provedu náměry časů operací na jednotlivých pracovištích. Také se zaměřím na předpověď a plánování výroby a vytvořím mapu hodnotového toku. V závěru kapitoly zhodnotím slabiny pracovišť a procesů nalezené v průběhu analýz. Tato část je předpokladem k určení nedostatků, které budou následně řešeny v poslední části práce.

3.1 Projekt HVA 630

V rámci diplomové práce se budu zabývat projektem HVA 630. Tento projekt zahrnuje několik montážních linek, jejichž výstupem jsou vysokonapěťové konektory. Jedná se o manuální výrobní linky, které však v budoucnu nahradí výrobní automaty, protože poptávka po dílech do elektromobilů či vozů s hybridním pohonem stoupá a výroba těchto dílů je pro závod stěžejní. Než však dojde k automatizaci, je nutné zlepšovat i stávající proces.

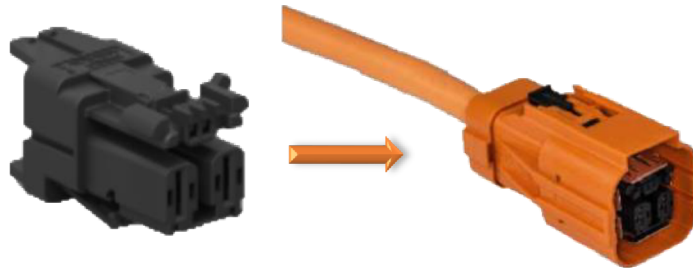
Jak již bylo zmíněno, výsledným produktem montážních linek jsou vysokonapěťové konektory. Celý projekt zahrnuje celkem šest montážních linek a stříhací stroj pro stříhání kontaktů. Výstup každé linky, kromě stříhačky kontaktů, je finální, rovnou určený pro distribuci k zákazníkovi, díly tvoří podsestavy pro další zpracování v rámci závodu. V rámci této práce se budu zabývat třemi linkami a stříhačkou kontaktů. V uvedené tabulce jsou pro přehlednost uvedeny jednotlivé linky a part-numbery, které se zde vyrábí.

Tabulka č. 3: Přehled výrobních linek a vyráběných PN
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Linka	PN
FPC 3	454-1
FPC 5	454-1, 367-1
Retainer 259	259-1
Stříhačka	269-1, 458-1

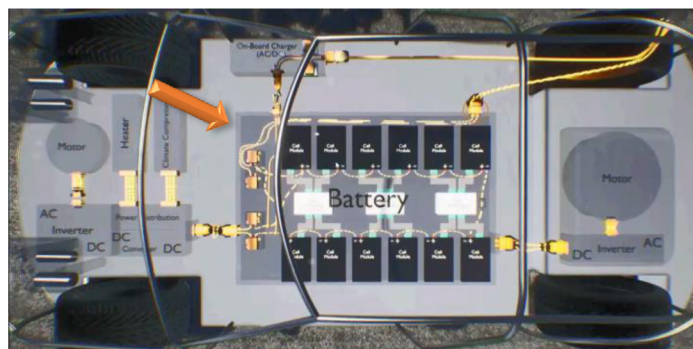
3.1.1 Retainer 259

Prvním produktem je vysokonapěťový konektor PN 259-1. Jedná se o vnitřní housing konektoru HVA 630.



Obrázek č. 15: Konektor HVA 630
(Zdroj: 27)

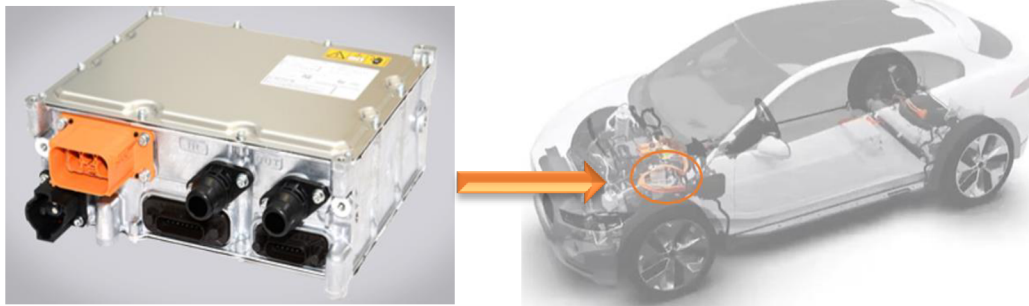
Konektor se v elektromobilu nachází mezi měničem proudu a baterií (u okruhu pro nabíjení střídavým proudem).



Obrázek č. 16: Umístění konektoru v elektromobilu
(Zdroj: 27)

3.1.2 Konektor 454-1 a 367-1

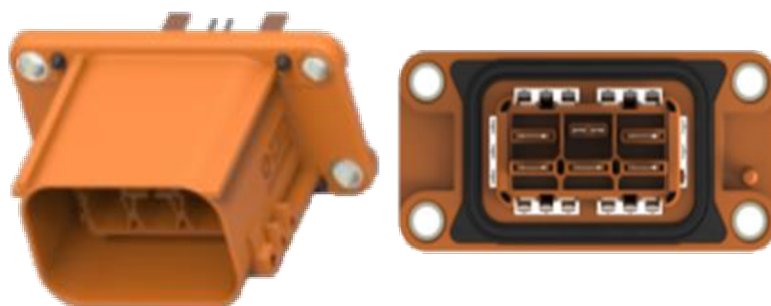
Tento výrobek představuje vstupní konektor palubní nabíjecí jednotky (OBC – on board charger) elektromobilu. Na obrázku níže je tato jednotka zobrazena. OBC přeměňuje střídavý proud na stejnosměrný a umožňuje kontrolovat proud a napětí vhodné pro nabíjení baterie elektromobilu, případně automobilu s hybridním pohonem.



Obrázek č. 17: Palubní nabíjecí jednotka a její umístění v elektromobilu

(Zdroj: 27)

Konektor se vyrábí ve dvou variantách, a to PN 454-1 a PN 367-1, jež se od sebe liší jedním komponentem, kterým je plechové stínění, přičemž PN 454-1 plechové stínění obsahuje, zatímco PN 367-1 toto stínění neobsahuje.

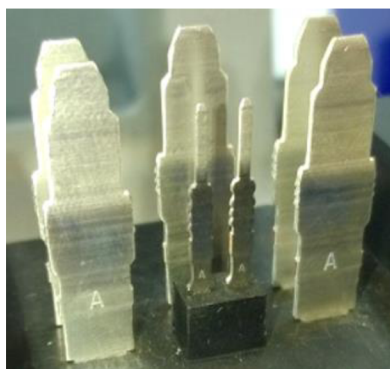


Obrázek č. 18: Konektor 454-1

(Zdroj: 27)

3.1.3 Kontakty

Kontakty představují vstupní komponent do konektorů 454-1 a 367-1. Stříhají se na automatickém stříhacím stroji. Do obou typů konektoru vstupuje 5 velkých kontaktů PN 269-4 a dva malé kontakty 458-1.



Obrázek č. 19: Kontakty 269-4 a 458-1

(Zdroj: 27)

3.1.4 Výrobní proces

Nyní bude popsán výrobní proces zmíněných výrobků, a to konektoru 367-1 a 454-1, které se vyrábí na linkách FPC3 a FPC5 (bude popsán proces výroby PN 454-1, jelikož obsahuje o jeden komponent více), stříh kontaktů, dále výrobní proces Retaineru 259 a pracoviště 100 % kontroly.

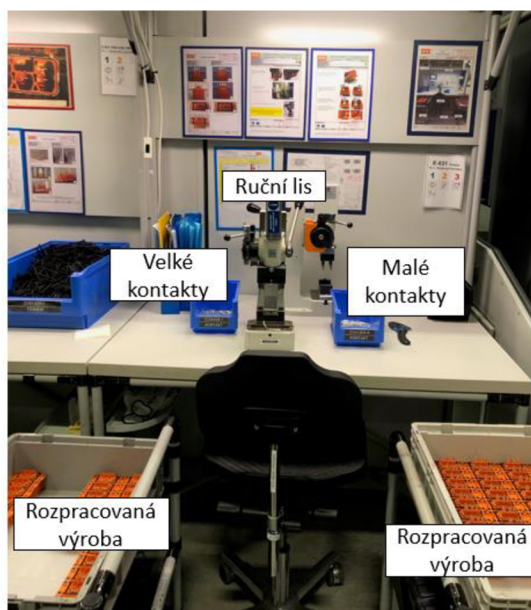
3.1.4.1.1 FPC 3

Tato linka se skládá celkem ze tří pracovišť. Na prvním pracovišti operátor vloží do tělesa kovové stínění. Poté těleso se stíněním zasadí do ručního lisu, na jehož trny nasadí čtyři kovové objímky a komponenty zalisuje. Posledním krokem tohoto pracoviště je vložení gumového těsnění do tělesa. Takto osazené těleso operátor uloží do připraveného KLT boxu pro operátora na dalším pracovišti.



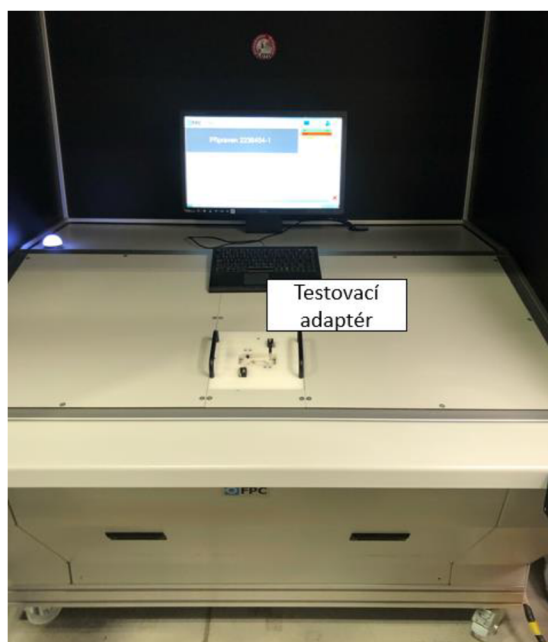
Obrázek č. 20: První pracoviště linky FPC 3
(Zdroj: Vlastní pořízení)

Operátor na druhém pracovišti těleso zasadí do druhého ručního lisu. Do drážek ve spodní části lisu nasadí pět velkých a dva malé kontakty. Následně kontakty do tělesa prostřednictvím lisu zalisuje. Všechny kontakty musí být zalisovány v jednom kroku. Pokud operátor zapomene některý z kontaktů vložit, není přípustné kus zalisovat znovu, tento kus musí být vyřazen jako zmetek do červené bedny. Operátor opět předá kusy do KLT boxu na další operaci.



Obrázek č. 21: Druhé pracoviště linky FPC 3
(Zdroj: Vlastní pořízení)

Poslední operací je EOL testování a balení. Tyto kroky provádí jeden operátor. Kus založí do adaptéru v testeru a zmáčkne tlačítko start, kterým se spustí testování. Probíhá elektrické testování, test hloubky zalisování kontaktů a objímek a test přítomnosti veškerých komponent.



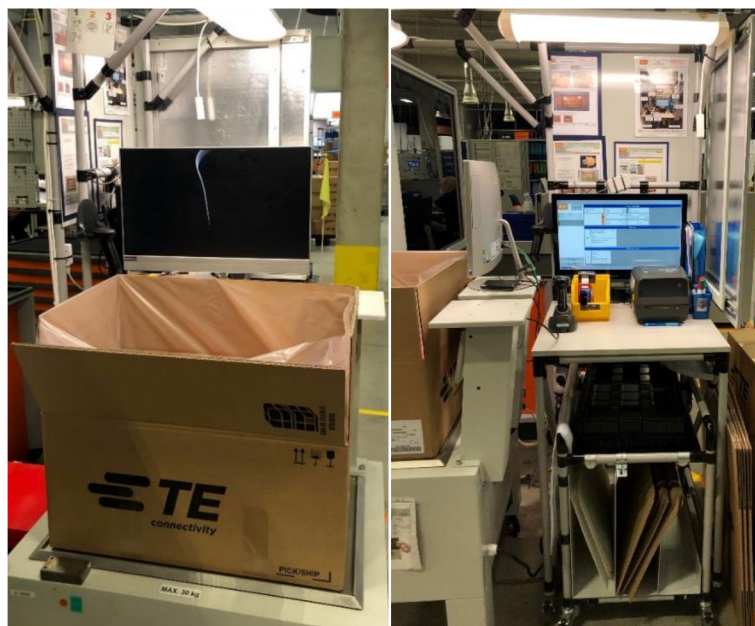
Obrázek č. 22: Třetí pracoviště linky FPC 3
(Zdroj: Vlastní pořízení)

Po dokončení testování operátor vyjme kus z adaptéru a vizuálně zkontroluje vyraženou tečku testerem na tělese, jež značí, že kus byl otestovaný s OK výsledkem. Hotovou výrobu operátor balí do plastových trayů, které bere na první operaci u operátora, jenž vybaluje z těchto trayů tělesa.



Obrázek č. 23: Zabalené kusy v kartonové krabici
(Zdroj: Vlastní pořízení)

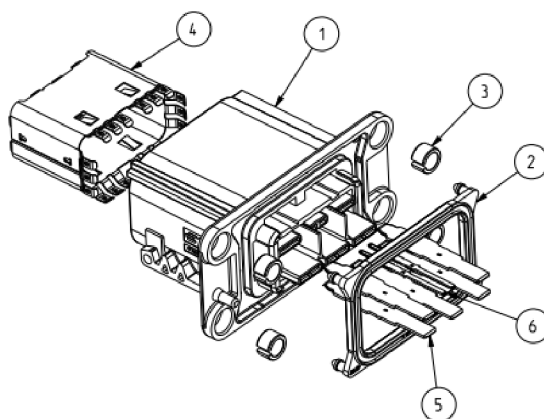
Traye vkládá do kartonové krabice. K balení se používá váha, která je propojena s EOL testerem. Pokud operátor nevloží kus do bedny na váze, nespustí se testování dalšího kusu. Příprava váhy spočívá ve složení kartonové krabice, nalepení etikety na krabici, načtení kódu z etikety čtečkou a vložení igelitového pytle a plastového traye do krabice. Operátor je veden pokyny na obrazovce balicí stanice, nemůže se tedy stát, že by něco zapomněl do krabice vložit. Po naplnění krabice šesti plnými trayi s hotovými konektory operátor krabici uzavře, sundá z váhy a položí na paletu u pracoviště. Do jednoho traye se vejde 18 konektorů, celkem je tedy v kartonové krabici 108 kusů. Výrobky z této linky míří rovnou na sklad, nejdou na pracoviště 100 % vizuální kontroly.



Obrázek č. 24: Váha s krabicí (vlevo) a pracoviště balení s terminálem Hydra (vpravo)
(Zdroj: Vlastní pořízení)

Materiálové položky pro linku

Vstupní materiál pro obě linky se nachází v regálu v blízkosti linek. Za doplňování materiálu jsou zodpovědní handymani, kteří ho naváží ze skladu. Handymani materiál do regálu dodávají v krabicích od dodavatele, nijak ho nevybalují. Rozpad finálního výrobku na jednotlivé komponenty je zobrazen na obrázku č. 26.

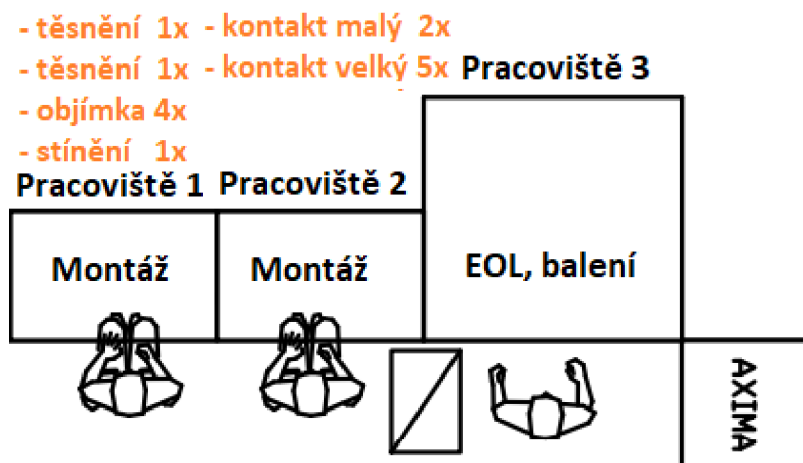


Obrázek č. 25: 1 – těleso, 2 – těsnění, 3 – objímka, 4 – stínění, 5 – velký kontakt, 6 – malý kontakt
(Zdroj: 27)

Operátoři si komponenty z krabic sami vychystávají na linku. Menší komponenty, jako objímky, těsnění a kontakty, vkládají do jim určených krabiček na pracovním stole, stínění nechávají v plastových trayích, ve kterých je dodáváno, a pokládají je také na

pracovní stůl. Tělesa jsou dodávána také v plastových trayích, které si operátor skládá na vozík po své levé straně u pracoviště.

Jedinými komponenty, které se vyrábí na hale a vstupují do konektoru, jsou kontakty, jež se stříhají na stříhacím stroji. Ty jsou však po vyrobení zabaleny do kartonové krabice a následně zaskladněny, ze skladu je dováží handyman a vkládá do regálu spolu s ostatními komponenty. Schéma níže uvádí potřebný materiál pro jednotlivá pracoviště. Komponenty jsou zpracovávány pouze prvními dvěma pracovníky na montáži, pracovník třetího pracoviště hotové výrobky testuje a balí.



Obrázek č. 26: Vstupující materiál na jednotlivých pracovištích
 (Zdroj: Vlastní zpracování)

3.1.4.1.2 Stříh kontaktů

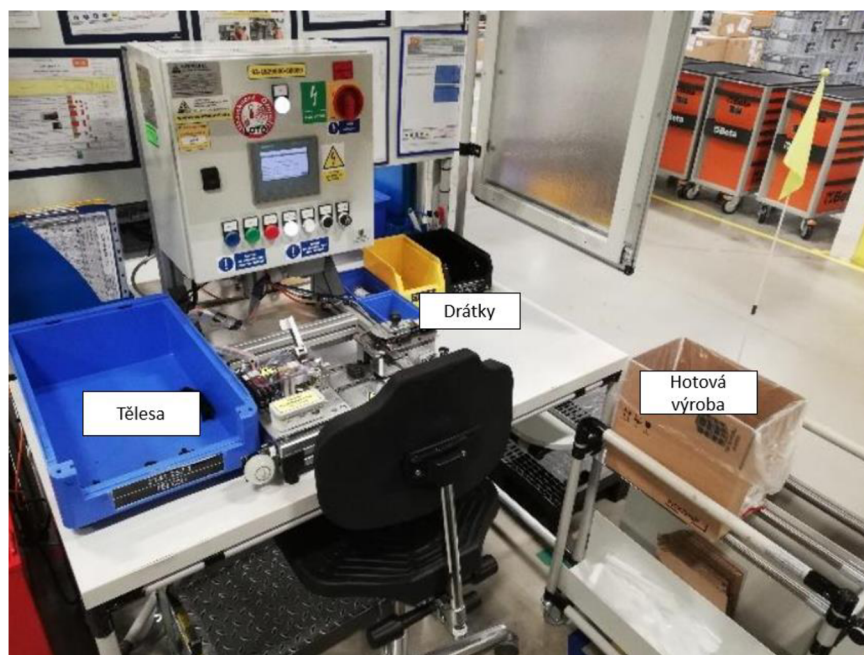
Kontakty jsou využívány jako vstupní komponent jak pro linku FPC 3, tak i pro FPC 5. Do jednoho konektoru vstupují dva typy kontaktů, a to dva kontakty malé a pět velkých. Stříhačka je automatická, obsluhuje ji seřizovač junior, který nachystá cívku s kontakty a spustí stroj. Do krabíčky u výstupu stroje vloží sáček, do něhož nastříhané kontakty přímo padají. Po naplnění sáčku velkými kontakty (500 kusů) sáček uzavře a zabalí do kartonové bedny, kam vkládá 7 sáčků s kontakty, celkem tedy 3 500 kusů. Malé kontakty jsou baleny po 1 000 kusech a do krabice se vkládá celkem 5 sáčků, tedy 5 000 kusů. Kontakty se nesmí v krabici vrstvit na sebe. Seřizovač junior pak na krabici nalepí etiketu a krabici položí na paletové místo u stroje. Paletu následně handyman naveze na sklad.



Obrázek č. 27: Stříhačka kontaktů
(Zdroj: Vlastní pořízení)

3.1.4.1.3 Retainer 259

Linka pro výrobu konektoru PN 259-1 se skládá pouze z jednoho pracoviště. Jde o jednoduchý výrobní proces určený jednomu operátorovi, jehož úkolem je ohnutí drátku a asembláž drátku do tělesa v asemblážním zařízení, kde je proveden test kontinuity a test hloubky založení drátku v tělese. Následně je operátorem zacvaknuta pojistka na tělese. Zařízení po otestování kus označí tečkou, na znamení toho, že kus byl otestovaný. Hotové konektory jsou zabaleny do kartonových beden. Na pracovišti se nachází váha, na níž je položena krabice, do které se vkládají hotové konektory. Celkem se do krabice balí 400 kusů. Hotová výroba je následně přesunuta na pracoviště 100 % vizuální kontroly, kde je krabice rozbavena a každý kus překontrolován. Na pracovišti kontroly je kontrolována kompletnost a nepoškozenost. Teprve po kontrole může být výroba odvedena na sklad.



Obrázek č. 28: Pracoviště pro výrobu Retaineru 259
(Zdroj: Vlastní pořizen)

3.1.4.1.4 100 % kontrola

Jak bylo zmíněno při popisu procesu výroby PN 259-1, hotová výroba není odváděna přímo na sklad a poté k zákazníkovi, ale ještě před tím probíhá 100 % kontrola, kdy je krabice rozbalena a kusy jsou vyjmuty a překontrolovány, zda jsou v pořádku a nenachází se na nich vady. Vady, které se při výrobě konektoru vyskytují, jsou následující:

- NOK testování – chyba el. průchodnost,
- neprošlo testerem,
- NOK testování – pojistka,
- zmetky při seřizení,
- kus spadený na zem,
- poškozený drátek.

První tři vady (NOK testování – chyba el. průchodnost, neprošlo testerem, NOK testování – pojistka) odhalí stroj při testování. Kus je následně zamčen v zařízení, nelze ho tedy omylem zabalit jako OK kus do krabice. Tester musí být odblokován line inspektorkou, která kus vyjme a vyhodí do zmetkové bedny. Dalším možným typem zmetku jsou zmetky při seřizování stroje, jež vyhazuje do zmetkové bedny seřizovač. Dalším typem zmetku je kus spadlý na zem. Každý kus spadlý na zem, i přes to, že nemusí být

v konečném důsledku poškozen, je vždy považován za zmetek a je nutné ho vyřadit. V neposlední řadě hrozí riziko poškozeného drátku. Pokud je izolace drátku poškozena, může projít testerem jako OK kus. Operátor před zabalením kusu musí drátek zkontrolovat a v případě poškození kus vyřadit. Zde však hrozí riziko opomenutí vady a zabalení poškozeného kusu. Poškození drátků vzniká založením do stroje, kdy je drátek naražen o špičku nástroje. Na obrázku č. 29 je zobrazen poškozený drátek, jenž se poškodil během výrobního procesu. Poškozený drátek je jedním ze dvou hlavních důvodů 100% kontroly. Druhým důvodem je možnost, že operátor do bedny vhodí pouze plastové těleso, tedy komponent, který vůbec neprošel asembláží.



Obrázek č. 29: Nepoškozený drátek (vlevo) a poškozený drátek (vpravo)
(Zdroj: Vlastní pořízení)

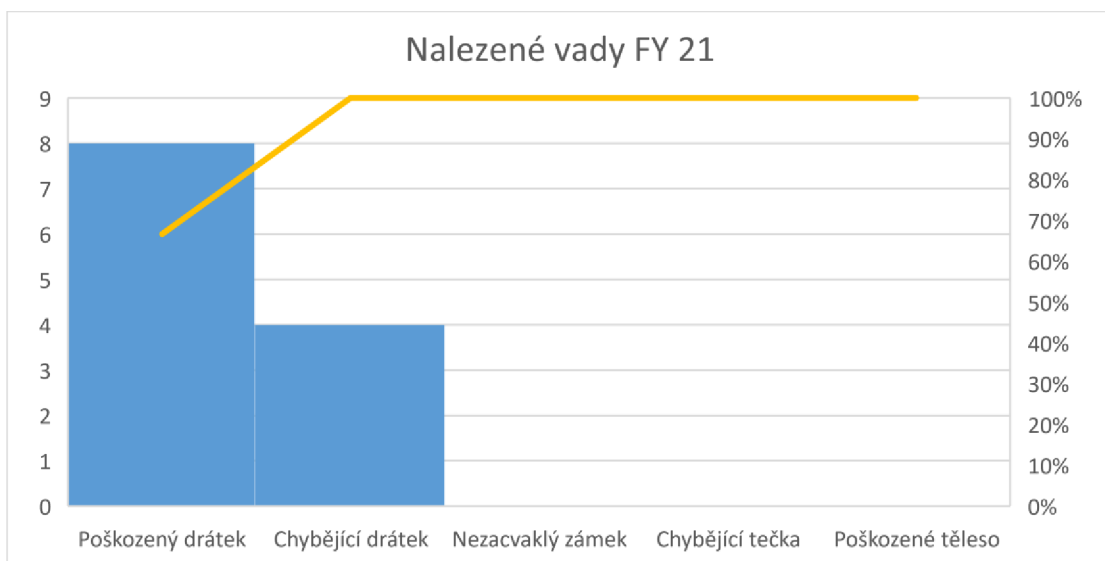


Obrázek č. 30: Místo, kde dochází k poškození drátku
(Zdroj: Vlastní pořízení)

Operátor na 100 % kontrole veškeré nalezené zmetky při kontrole zapisuje do QCPC formuláře. Na konci směny tento počet a důvod zmetků zapisuje do terminálu Hydra. Stejným způsobem postupuje operátor při výrobě, během výroby také zapisuje zmetky do QCPC formuláře a na konci směny zaznamená do Hydra terminálu počet vyrobených OK kusů a počet vyrobených zmetků a důvod zmetků.

V grafu č. 1 jsou zobrazeny vady a jejich četnosti, které byly nalezeny na stoprocentní kontrole za fiskální rok 2021. Celkem se jedná o 12 nalezených NOK kusů. Pokud by nebyly odhaleny, a došlo tak k jejich odeslání zákazníkovi, přišla by od něj reklamáce.

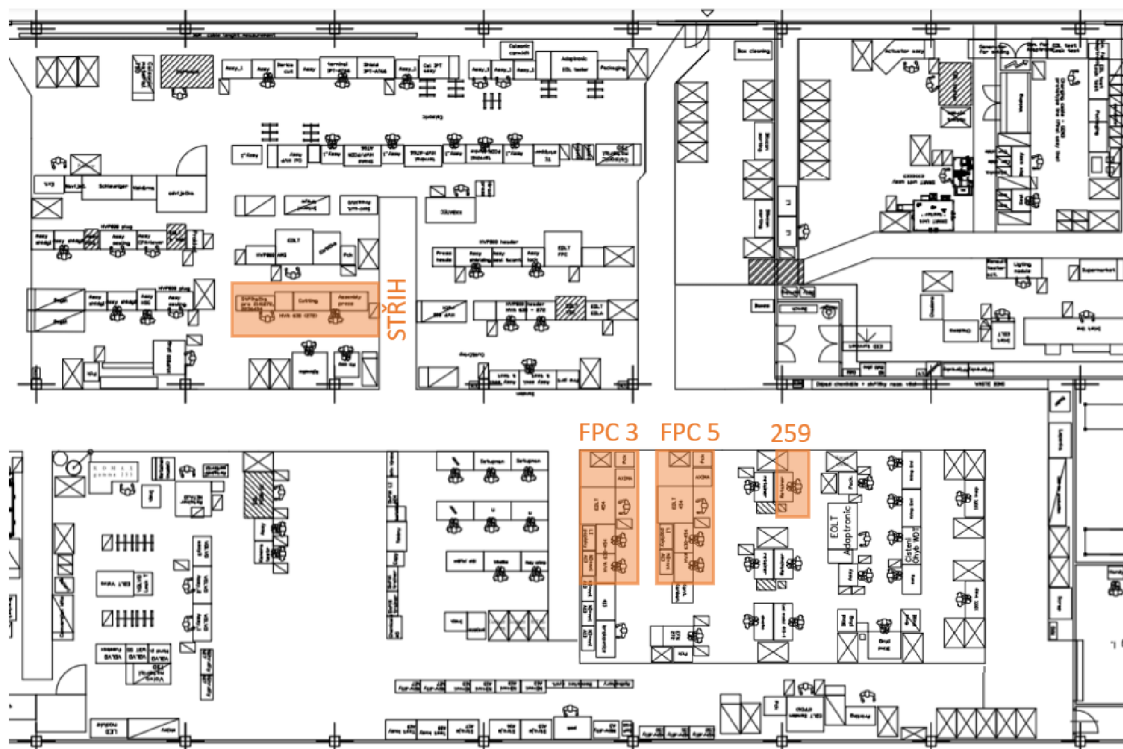
Graf č. 1: Nalezené vady ze 100 % kontroly za FY 2021
(Zdroj: Vlastní zpracování)



Jak vyplývá z grafu, jediné dvě vady nalezené na 100 % kontrole za fiskální rok 2021 jsou právě poškozený drátek a chybějící drátek (tedy nenaasemblované těleso). Bude tedy nutné hledat řešení, jak těmto vadám zamezit.

3.1.5 Layout výrobní haly

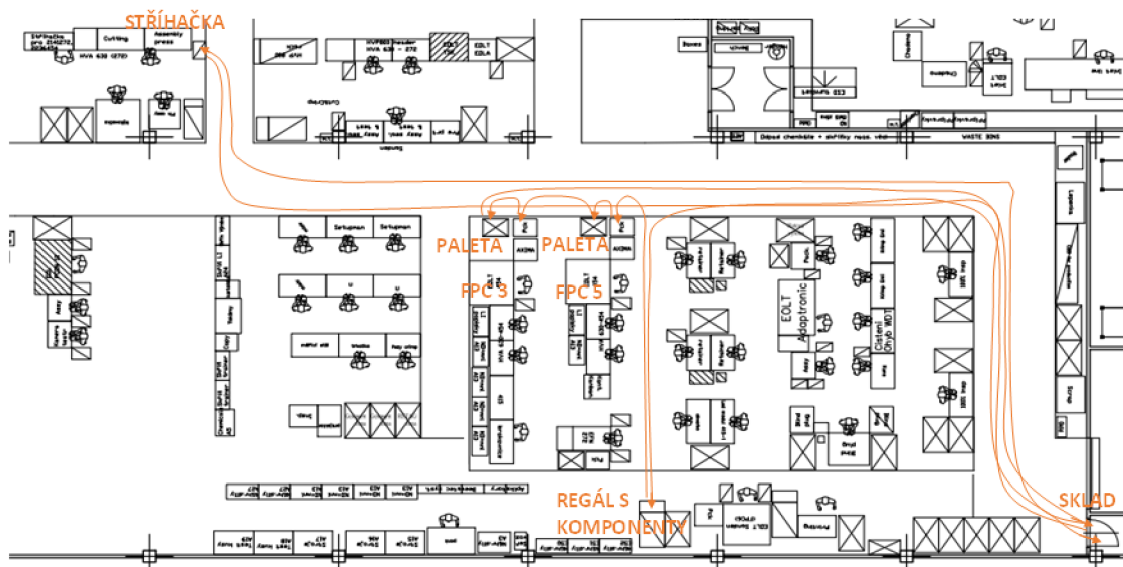
Na obrázku č. 31 je zobrazeno rozmístění jednotlivých pracovišť v rámci výrobní haly. Jednotlivá pracoviště projektu HVA 630 jsou vyznačena barevně.



Obrázek č. 31: Layout výrobní haly s vyznačenými linkami
(Zdroj: Upraveno dle 27)

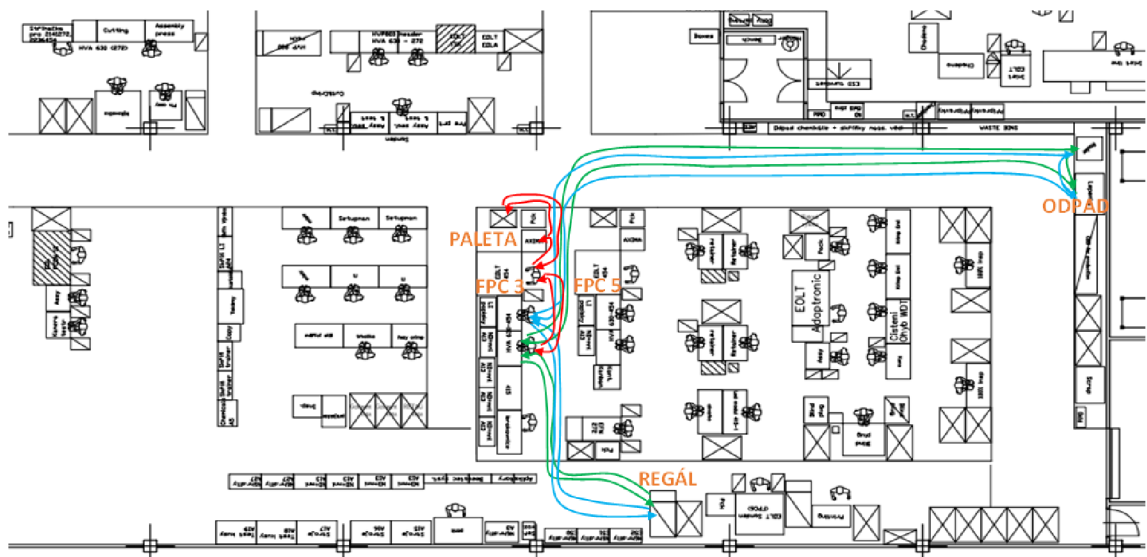
3.1.6 Špagetový diagram

Jak již bylo zmíněno, odpovědnost za zajištění materiálu pro pracoviště má handyman. Na následujícím špagetovém diagramu je oranžovou linkou zobrazen pohyb handymana, který odváží z pracoviště stříhání kontaktů hotovou výrobu do skladu. Dále přiváží komponenty potřebné pro výrobu do regálu k linkám a odváží hotovou výrobu z paletových míst u linky k zaskladnění do skladu. Handyman také zajišťuje obalový materiál pro operátora na balení. Jde o kartonové krabice, proklady a sáčky do krabice.



Obrázek č. 32: Špagetový diagram handymana
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Druhý špagetový diagram vyznačuje pohyb operátorů pro materiál do regálu. Operátor prvního pracoviště pro svoji operaci odebírá z regálu objímky, tělesa, těsnění a stínění. Pohyb prvního operátora je vyznačen zelenou linkou. Operátor druhého pracoviště z regálu odebírá dva druhy kontaktů (malé a velké). Jeho pohyb je vyznačen modrou linkou. Operátor posledního pracoviště nevyužívá žádné vstupní komponenty, ale hotové konektory od operátorů, které testuje a následně balí do kartonových krabic. Pohyb tohoto operátora je vyznačen červenou linkou. Jeho kroky vedou pouze k prvnímu pracovišti, kde si od operátora bere prázdné plastové traye, do nichž balí hotovou výrobu, a dále se pohybuje k paletě, na kterou odkládá bedny s hotovými výrobky. V diagramu je také zobrazen pohyb operátorů prvního a druhého pracoviště k popelnicím na odpad, jenž vzniká při vybalování vstupního materiálu. Jedná se o karton a igelitové obaly. Pro přehlednost diagramu je pohyb zaznamenán pouze jedenkrát i přes to, že operátoři tyto pohyby vykonávají několikrát za směnu. V diagramu je také pro přehlednost vyznačen pohyb pracovníků pouze jedné linky, operátoři druhé linky se pohybují totožně.



Obrázek č. 33: Špagetový diagram operátorů
(Zdroj: Vlastní zpracování)

3.1.7 Měření času – náměry operací

Na výrobní lince FPC 3 bylo provedeno měření času jednotlivých operací. Ke sběru dat byla využita jedna z metod přímého měření času, a to chronometráž. Měření každé činnosti bylo provedeno 10x.

3.1.7.1.1 Pracoviště č. 1 – montáž stínění, objímek a těsnění FPC 3

Na prvním pracovišti je úkolem operátora nejprve vložit do plastového tělesa stínění, poté na ručním lisu zalisovat objímky a nakonec založit těsnění. Jak vyplývá z měření, čas cyklu tohoto pracoviště je 25,3 sekundy.

Tabulka č. 4: Náměry operací – Pracoviště č. 1
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Operace/Měření [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr [s]
Montáž stínění	4	4	4	7	4	4	4	6	5	4	4,6
Montáž objímek	14	14	14	13	18	16	19	16	14	14	15,2
Montáž těsnění	6	5	5	6	6	6	5	6	5	5	5,5
	Celkem										25,3

3.1.7.1.2 Pracoviště č. 2 – montáž kontaktů FPC 3

Operátor druhého pracoviště vkládá do lisu kontakty, poté do lisu vloží těleso a kontakty do tělesa zalisuje. Čas cyklu zjištěný měřením je 27,3 sekundy.

Tabulka č. 5: Náměry operací – Pracoviště č. 2

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Operace/Měření [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr [s]
Montáž kontaktů	25	23	28	27	29	33	30	27	26	25	27,3
Celkem											27,3

3.1.7.1.3 Pracoviště č. 3 – EOL testování FPC 3

Na posledním pracovišti se hotový výrobek testuje v EOL testeru, je zkontrolován a zabalen. Bylo změřeno zakládání do testeru, samotné testování, vyjmutí testeru a založení dalšího kusu do testeru. V průběhu testovacího cyklu, který dle zjištění trvá 40 sekund, operátor otestovaný kus kontroluje (tečku z testeru a nepoškozenost) a vkládá do traye v kartonové krabici. Kontrola a balení nebyly zahrnuty do měření, jelikož probíhá již během testování dalšího kusu, kdy má operátor volných 40 sekund. Výsledný čas cyklu tohoto pracoviště je 47,95 sekundy.

Tabulka č. 6: Náměry operací – Pracoviště č. 3

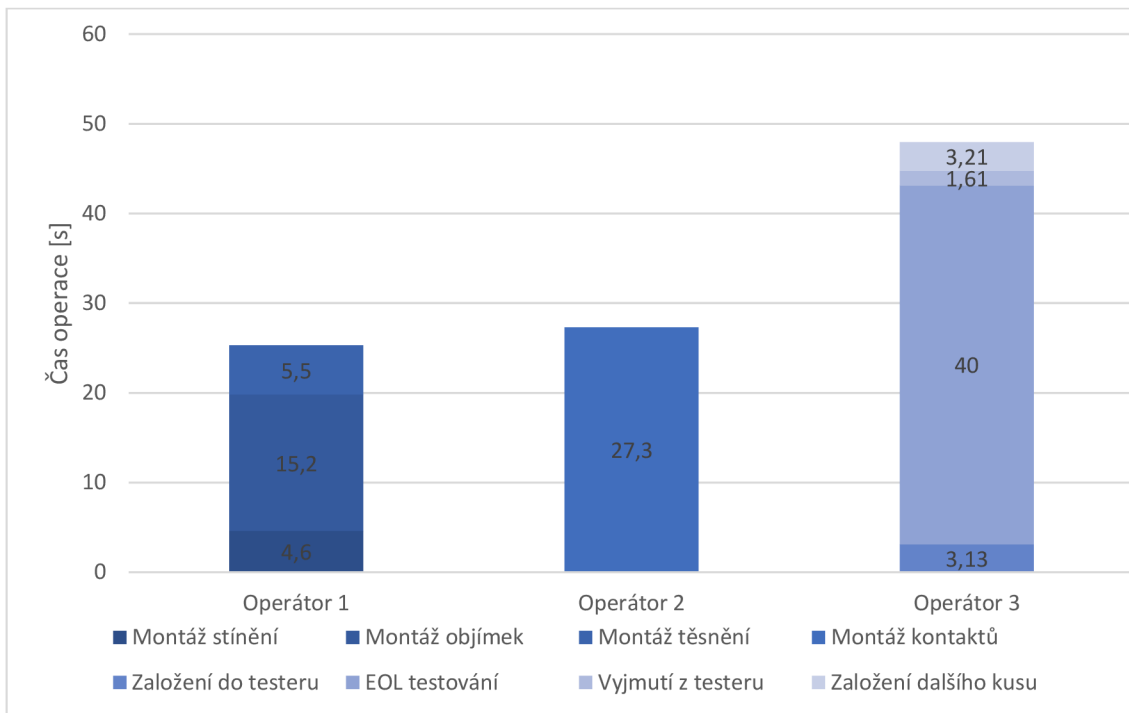
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Operace/Měření [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr [s]
Založení do testeru	3,2	3	3	3,1	3,4	3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,13
EOL testování	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Vyjmutí z testeru	1,8	1,5	1,6	1,4	1,5	1,6	1,5	1,7	1,8	1,7	1,61
Založení dalšího kusu	3,2	3,1	3,3	3,5	3	3,1	3,4	3,2	3,1	3,2	3,21
Celkem											47,95

3.1.7.1.4 Shrnutí měření FPC 3

Součtem průměrů naměřených časů jednotlivých operací zjistíme, že celková pracnost na výrobu jednoho kusu je 100,55 sekundy.

Pro grafické znázornění je přiložen skládaný sloupcový graf, ve kterém sloupce představují činnosti jednoho operátora.



Graf č. 2: Cyklové časy operací
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Z naměřených hodnot vyplývá, že úzkým místem výrobní linky je EOL tester. Toto pracoviště má čas cyklu 47,95 sekundy, což je téměř dvojnásobek času cyklu naměřeného na prvním pracovišti. Pro snížení tohoto času tedy bude nutné snížit čas operací na EOL testeru. Nejvíce času zabere samotné testování, které trvá 40 sekund. Obdobné měření EOL testování je nutné provést i na lince FPC 5, protože přestože jsou linky identické, testování na testeru je podstatně kratší.

3.1.7.1.5 Pracoviště č. 3 – EOL testování FPC 5

Čas EOL testování byl měřen i na lince FPC 5. Výsledky z měření jsou uvedeny v tabulce níže.

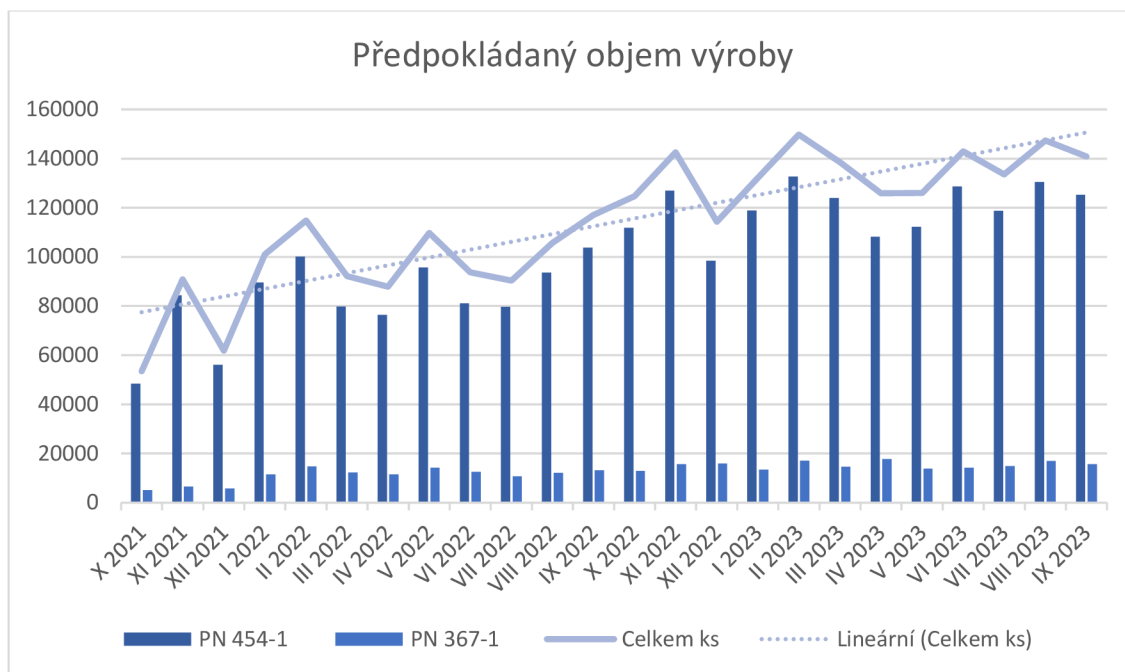
Tabulka č. 7: Náměry operací – Pracoviště č. 3 (FPC 5)
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Operace / Měření [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr [s]
Založení do testeru	3,4	3	3,1	3,2	3,2	3,4	3,2	3	3,1	3,3	3,19
EOL testování	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Vyjmutí z testeru	1,6	1,6	1,5	1,7	1,4	1,5	1,6	1,8	1,7	1,9	1,63
Založení dalšího kusu	3,3	3,2	3,2	3,4	3,5	3	3,3	3,1	3,2	3,3	3,25
Celkem											29,07

Jak vyplývá z tabulky, čas cyklu pracoviště EOL testeru je 29,07 sekundy. Samotné testování zabere 21 sekund, což je o 19 sekund méně než na EOL testeru na lince FPC 3. Otázkou tedy je, jaký je rozdíl v obou testerech a jak je možné snížit čas testování na lince FPC 3.

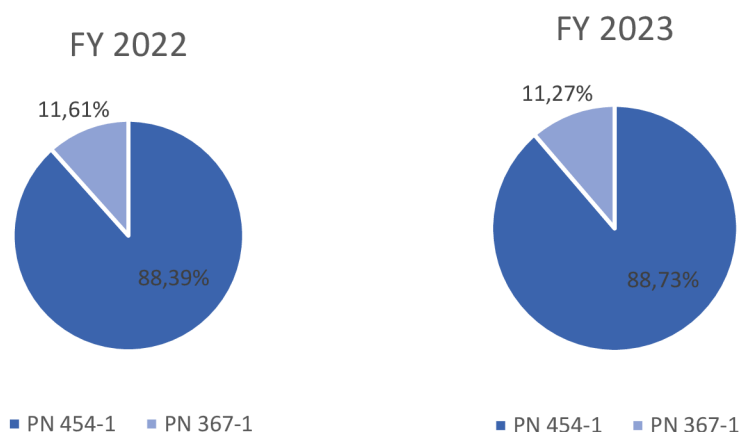
3.1.8 Předpokládaný objem výroby

Následující graf zobrazuje předpokládaný objem výroby (forecast) pro jednotlivé měsíce fiskálních roků 2022 a 2023. Forecast představuje kvantifikovanou predikci počtu objednaných výrobků za dané období. Nejedná se o závaznou objednávku, zákazníci mohou toto množství průběžně měnit. Měsíční poptávka je tvořena součtem poptávek jednotlivých zákazníků. Z grafu je patrné, že dlouhodobý trend objemu výroby je rostoucí. Tento trend lze odůvodnit zvyšující se poptávkou po elektromobilech a vozech s hybridním pohonem.



Graf č. 3: Předpokládaný objem výroby pro FY 2022 a 2023
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Grafy č. 4 zobrazují procentuální zastoupení poptávky po jednotlivých PN pro fiskální rok 2022 a 2023. Jak vyplývá již z předchozího grafu č. 3, rozdíl mezi poptávaným množstvím obou PN je výrazný. V obou rocích, a to téměř totožně, jasně převládá PN 454-1, jehož procentuální zastoupení tvoří přes 88 %. Tento rozdíl je způsoben zejména tím, že PN 367-1 nakupuje pouze jeden zákazník, zatímco PN 454-1 nakupuje devět zákazníků.



Graf č. 4: Procentuální zastoupení poptávky po jednotlivých PN
(Zdroj: Vlastní zpracování)

3.1.9 Plánování výroby

Linky mají stanovené výstupy za směnu následující:

Tabulka č. 8: Normy jednotlivých PN na směnu
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	PN	ks/směna
FPC 5	367-1	935
	454-1	1 210
FPC 3	454-1	792

Tabulky č. 9 a č. 10 zobrazují předpokládanou poptávku po obou part-numberech konektorů od října 2021 do září roku 2023. Dále zobrazují kapacitu obou linek. Jako příklad výpočtu tabulky uvedu výpočet pro listopad 2021. Zákazník požaduje 84 372 kusů PN 454-1 a 6 480 kusů PN 367-1. Celkem tedy 90 852 kusů konektorů. PN 367-1 je možné vyrábět pouze na jedné lince, proto počet poptávaných kusů (6 480 kusů) podělíme normou za směnu, která činí 935 kusů. Výsledkem bude počet směn, který potřebujeme pro zhotovení požadovaného počtu kusů za měsíc. Je to celkem 6,93 směny. Za měsíc počítáme s celkem 60 směnami. Od 60 směn odečteme 6,93 směny, během nichž vyrábíme PN 367-1. Zbude 53,07 směn, kdy na lince můžeme vyrábět PN 454-1. Za tyto směny vyrobíme celkem 64 214 kusů. Jelikož ale zákazník poptává 84 372 kusů PN 454-1, musí být další kusy vyrobeny na druhé lince. Na té musíme vyrobit ještě zbývajících 20 158 kusů (84 372 kusů – 64 214 kusů). Na druhé lince toto množství budeme vyrábět 25,45 směny z celkem dostupných 60 směn za měsíc.

Tabulka č. 9: Předpověď výroby pro FY 22
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Předpověď výroby	X 2021	XI 2021	XII 2021	I 2022	II 2022	III 2022	IV 2022	V 2022	VI 2022	VII 2022	VIII 2022	IX 2022
PN 454-1	48 384	84 372	56 173	89 559	100 110	79 834	76 431	95 619	81 154	79 681	93 562	103 789
PN 367-1	5 076	6 480	5 724	11 517	14 715	12 284	11 501	14 136	12 526	10 628	12 087	13 198
Celkem ks	53 460	90 852	61 897	101 076	114 825	92 118	87 932	109 755	93 680	90 309	105 649	116 987
FPC 5												
PN 367-1 počet směn	5,43	6,93	6,12	12,32	15,74	13,14	12,30	15,12	13,40	11,37	12,93	14,12
PN 454-1 počet směn	54,57	53,07	53,88	47,68	44,26	46,86	47,70	44,88	46,60	48,63	47,07	45,88
Ks 454-1 vyrobeno	66 031	64 214	65 192	57 696	53 557	56 703	57 717	54 306	56 390	58 846	56 958	55 520
FPC 3												
Počet ks 454-1 k výrobě	0	20 158	0	31 863	46 553	23 131	18 714	41 312	24 764	20 835	36 604	48 269
454-1 počet směn	0,00	25,45	0,00	40,23	58,78	29,21	23,63	52,16	31,27	26,31	46,22	60,95

Tabulka č. 10: Předpověď výroby pro FY 23
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Předpověď výroby	X 2022	XI 2022	XII 2022	I 2023	II 2023	III 2023	IV 2023	V 2023	VI 2023	VII 2023	VIII 2023	IX 2023
PN 454-1	111 879	126 931	98 422	118 803	132 681	123 872	108 234	112 176	128 635	118 722	130 432	125 215
PN 367-1	12 857	15 587	15 871	13 384	17 078	14 576	17 659	13 784	14 256	14 788	16 876	15 678
Celkem ks	124 736	142 518	114 292	132 187	149 758	138 448	125 893	125 960	142 891	133 510	147 308	140 893
FPC 5												
PN 367-1 počet směn	13,75	16,67	16,97	14,31	18,26	15,59	18,89	14,74	15,25	15,82	18,05	16,77
PN 454-1 počet směn	46,25	43,33	43,03	45,69	41,74	44,41	41,11	45,26	44,75	44,18	41,95	43,23
Ks 454-1 vyrobeno	55 961	52 429	52 062	55 279	50 500	53 737	49 747	54 762	54 151	53 463	50 760	52 311
FPC 3												
Počet ks 454-1 k výrobě	55 918	74 502	46 360	63 524	82 181	70 135	58 487	57 414	74 484	65 259	79 672	72 904
454-1 počet směn	70,60	94,07	58,54	80,21	103,76	88,55	73,85	72,49	94,05	82,40	100,60	92,05

Jak je patrné z tabulky, poptávané množství roste a v červeně vyznačených polích tabulky již kapacita linek nestačí a je nutné nalézt řešení, jak zajistit výrobu těchto kusů a splnit tak zákaznickou poptávku. Od prosince roku 2022 současná kapacita linek již nepokryje plánovanou poptávku zákazníků.

3.2 Mapa toku hodnot – současný stav

V příloze č.1 je uvedena mapa toku hodnot projektu HVA 630. Mapa představuje vizualizaci současného stavu procesů, jsou v ní však ve žlutých rámečcích zaneseny návrhy na zlepšení, které budou blíže rozvedeny v další části práce.

Materiál je dodáván externími dodavateli do skladu hlavní budovy společnosti, odkud putuje na sklad oddělení HEMS. Materiál je z hlavní budovy přepravován ve všední dny v pravidelných intervalech třikrát denně, o víkendu dvakrát denně. Ze skladu HEMS je poté materiál distribuován handymany k výrobním linkám. Hotová výroba je následně přepravována zpět do skladu hlavní budovy a poté je odeslána do distribučního centra Tesog a odtud k zákazníkovi.

Co se týče informačního toku, ten začíná zákaznickou poptávkou po výrobku, kdy zákazník kontaktuje zákaznickou podporu a ta objednávku předává Tesogu. Objednávka dále putuje do závodu, kde je registrována a jsou zde objednány potřebné komponenty od dodavatele. Následně výrobní plánovači naplánují výrobu a informují o ní mistra oddělení na každodenních plánovacích poradách.

3.3 Shrnutí analýzy současného stavu

Při analýze současného stavu byl popsán výrobní proces na linkách FPC 3, Retaineru 259, stříhačky kontaktů a pracoviště 100% kontroly. Dále byly zpracovány špagetové diagramy zobrazující pohyb handymana a operátorů na lince FPC 3. Ze špagetového diagramu vyplynul neoptimalizovaný materiálový tok mezi stříhačkou kontaktů a skladem, kdy handyman odváží vyrobené kontakty do skladu k zaskladnění a následně je vyskladňuje k lince. Tato činnost je neefektivní.

Z layoutu výrobní haly si lze povšimnout, že stříhačka kontaktů je umístěna ve velké vzdálenosti od linky, nachází se mezi výrobními linkami, které nesouvisí s projektem HVA 630. Potenciálem ke zlepšení je její umístění v blízkosti linky.

V rámci analýzy současného stavu bylo také zpracováno měření času na lince FPC 3 a na testeru linky FPC 5, z něhož vyplynul velmi rozdílný čas testovacího cyklu u linky FPC 3, který je oproti času testovacího cyklu na lince FPC 5 téměř dvojnásobný. Linka FPC 3 není vybalancovaná, jelikož testování je velmi dlouhé. Prostorem ke zlepšení je tedy snížení času testování na EOL testeru.

Dalším zjištěním bylo provádění 100 % kontroly vyrobených kusů u Retaineru 259. Vady odhalené během této kontroly za fiskální rok 2021 byly zobrazeny graficky. 100 % kontrola je jak finančně, tak časově náročná, je tedy předpokladem zamyslet se nad úpravou výrobního procesu, aby bylo zamezeno vzniku těchto vad již během tohoto procesu.

4 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Tato část diplomové práce bude zaměřena na návrhy řešení, které vycházejí z analytické části práce, kde byly nalezeny možnosti pro zeštíhlení výroby projektu HVA 630. Návrhem bude zrušení 100 % kontroly konektoru 259-1, dále bude provedena úprava layoutu, kdy stříhačka kontaktů bude přesunuta k výrobním linkám, a pro stříhačku bude navržen supermarket pro ukládání nastříhaných kontaktů. Dalším návrhem bude zkrácení času cyklu na lince FPC 3 a vybalancování operací na lince. V neposlední řadě bude navržena úprava prostoru pro ukládání obalového materiálu u linky.

Uvedené návrhy budou možným přínosem pro společnost, povedou k zeštíhlení výroby, eliminaci plýtvání a úspoře nákladů i času.

4.1 Zrušení 100% kontroly

Jak vyplývá z analýzy pracoviště Retaineru 259, po vyrobení a zabalení krabice jde celá výroba na pracoviště 100 % kontroly, kde je krabice vybalena a překontrolována. Jedná se o následnou kontrolu, která byla popsána v teoretické části práce. Nelze jí snížit míru zmetkovitosti, jejím cílem je odhalit vadné výrobky tak, aby se nedostaly k zákazníkovi. Pokud chceme odstranit tuto následnou kontrolu, je nutné přijít s řešením takové kontroly přímo během výrobního procesu, jež zamezí výskytu neshodného výrobku. Jedním z řešení je systém poka-yoke, který umožňuje vyhnout se vadám. Jedná se o prostředek, jenž je zabudován přímo do výrobního procesu.

U Retaineru 259 je 100 % kontrolována kompletnost produktu. Může se stát, že operátor vhodí do krabice pouze těleso, tedy komponent, který neprošel procesem ve stroji. Je tedy nutné nalézt řešení, které operátorovi znemožní toto vhození neosazeného tělesa do krabice a jeho zabalení mezi hotové výrobky. Dále se na 100 % kontrole kontroluje, zda se během výrobního procesu nepoškodila izolace drátku. Poškození vzniká naražením drátku o špičku nástroje.

Posledním krokem procesu ve stroji je zacvaknutí sekundární pojistky, kterou je možné zacvaknout pouze s již založeným drátkem. Zacvaknutím pojistky se zmenší rozměry výrobku, jak je zobrazeno na obrázku č. 34. Teprve po zacvaknutí pojistky je konektor uvolněn zařízením a operátor ho může vložit do krabice.



Obrázek č. 34: Těleso s nezacvaklou pojistkou (nahore) a těleso s asemblovaným drátkem a zacvaklou pojistkou (dole)
(Zdroj: Vlastní pořizení)

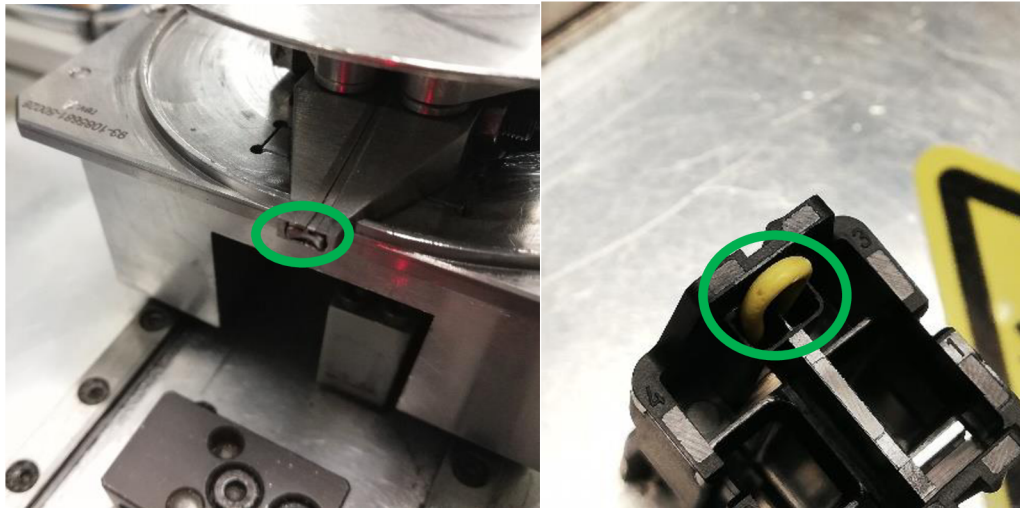
Návrhem je poka-yoke řešení, které znemožní operátorovi vhodit nekompletní výrobek (bez zacvaklé pojistky) do krabice. Je nutné vytvořit kalibr pro kontrolu vnějších rozměrů výrobku, kterým projde pouze kompletní konektor.

Řešením je víčko, které se nasadí na krabici a operátor prostřednictvím otvoru bude vhazovat kusy do krabice. Tím se zamezí vhození nekompletního kusu. Zrealizované víčko na krabici je zobrazeno na obrázku níže.



Obrázek č. 35: Víčko na krabici
(Zdroj: Vlastní pořizení)

Návrhem víčka na krabici bude vyřešen problém zamíchání komponent mezi hotové výrobky, ale aby mohla být 100 % kontrola zrušena, je nutné zamezit naražení drátků. Ta jsou způsobena ostrou hranou nástroje uvnitř stroje. Nabízí se velmi jednoduché řešení, a to zbroušení ostré hrany, která poškození způsobuje.



Obrázek č. 36: Zbroušená hrana nástroje
(Zdroj: Vlastní pořizení)

4.1.1 Podmínky realizace a náklady na návrh

Podmínkou realizace návrhu je zhotovení víčka na krabici. Návrh je vytvořen designérem oddělení, který za užití výrobního výkresu s danými kótami navrhne model kalibru a víčka, jenž následně odešle do nástrojárny, kde bude vyhotoven. Poté musí být ověřeno, zda hotové víčko splňuje požadavky, a bude mu přiděleno evidenční číslo. Cena řešení nebude vyčíslována z důvodu interního zajištění výroby. Další podmínkou je úprava pracovních pokynů, kam je používání víčka přidáno. Úpravu pracovních pokynů zajišťuje procesní inženýr. Na upravené pracovní pokyny musí být vytvořeno školení, aby se s novým výrobním prostředkem všichni operátoři seznámili a věděli, jak ho při výrobě používat. Proškolení všech směn zajišťuje trenérka střediska.

Co se týče druhého návrhu – zbroušení nástroje ve stroji – tento úkol zajistí seřizovač. Po zbroušení musí být určitý čas kontrolováno, zda zbroušení skutečně pomohlo a nevyskytují se již žádné poškozené drátky. Je nutné alespoň měsíc prostřednictvím QCPC formuláře kontrolovat, zda se vada vyskytla. Teprve poté je možné zrušení 100 % kontroly.

4.1.2 Přínosy realizace

Hlavním přínosem řešení je úspora mzdových nákladů operátora 100 % kontroly. Konektoru 259 se za hodinu vyrobí 140 kusů, za celou směnu je to celkem 1 540 kusů. Na pracovišti 100 % kontroly je stanovena norma kontroly 400 kusů za hodinu. Vyrobené

kusy za směnu zaberou pracovníkovi 100 % kontroly celkově 3,85 hodiny kontroly. Denně tedy ušetříme mzdové náklady právě za tento počet hodin.

Tabulka č. 11: Vyčíslení úspory mzdových nákladů
(Zdroj: Vlastní zpracování)

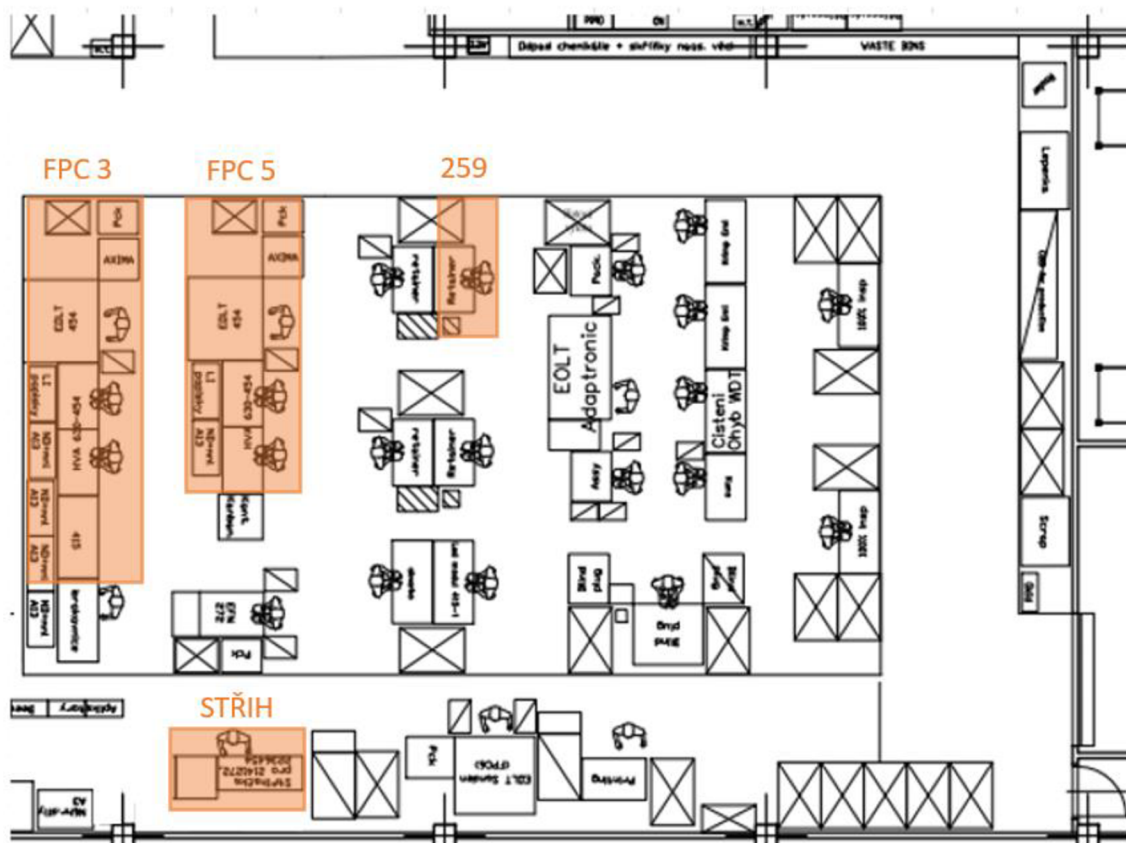
Položka	Hodnota
Mzda v Kč/hod.	220 [Kč]
Doba kontroly za 1 směnu	3,85 [hod.]
Úspora za směnu	847 [Kč]
Úspora za den (dvě směny)	1 694 [Kč]
Počet pracovních dnů za rok	360
Úspora za rok	609 840 [Kč]

Zrušení pracoviště 100 % kontroly přinese roční úsporu mzdových nákladů ve výši 609 840 Kč. Operátor pracoviště 100% kontroly může být využit pro práci na jiné výrobní lince nebo zařízení. Přínosem samotného poka-yoke řešení je zabránění vzniku chyb v procesu, a proto je umožněno zrušení 100% kontroly.

4.2 Změna layoutu a supermarket na kontakty

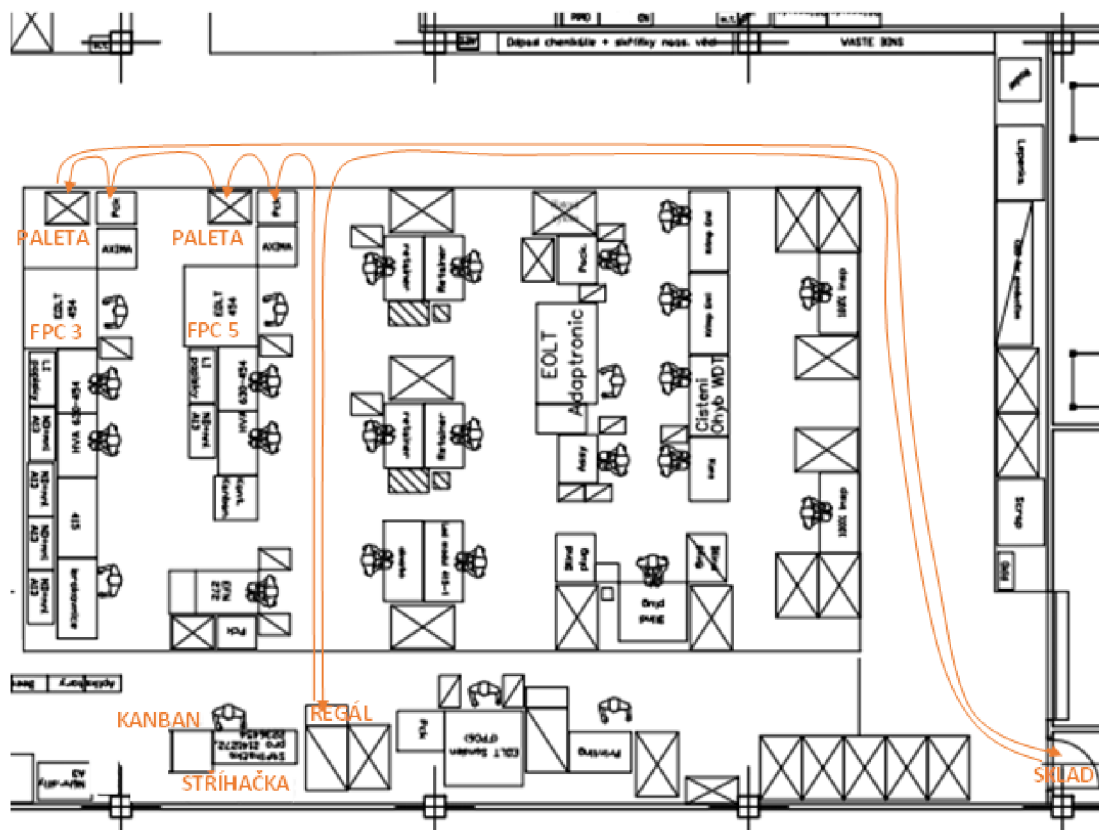
Z přiloženého layoutu v analýze současného stavu si lze povšimnout, že stříhačka, na níž se stříhají kontakty, které vstupují do konektorů vyráběných na linkách FPC 3 a FPC 5, se nachází v jiné části haly než ostatní linky projektu HVA 630. Návrhem je, aby výrobní rodiny byly uspořádány v rámci výrobní haly v blízkosti. Tento návrh je úzce propojen s druhým návrhem optimalizace materiálového toku – zavedením supermarketu a zrušením zaskladňování podsestav kontaktů na sklad.

Níže je zobrazen nový návrh layoutu, v němž se stříhačka kontaktů nachází v blízkosti linek FPC 3 a FPC 5.



Obrázek č. 37: Layout výrobní haly s vyznačenými linkami po úpravě
(Zdroj: Upraveno dle 27)

Špagetový diagram níže zobrazuje pohyb handymana po zavedení změny layoutu a vytvoření supermarketu pro ukládání komponent. Handyman dováží se skladu komponenty pro výrobu, které ukládá do regálu, vedle něhož je nově umístěna stříhačka. Jeho další kroky vedou na operaci EOL testování, kde jsou konektory baleny do kartonových beden, kam handyman dováží potřebný obalový materiál. Současně z paletových míst poblíž balení odváží hotovou výrobu na sklad.



Obrázek č. 38: Nový špagetový diagram handymana
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Na druhém špagetovém diagramu je zobrazen pohyb operátorů po úpravě. Změna je zaznamenána v pohybu operátora, který při své práci využívá právě kontakty. Nyní již neodebírá kontakty z regálu s ostatními komponenty, ale přímo ze supermarketu u stříhačky.



Obrázek č. 39: Nový špagetový diagram operátorů
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Druhým, již zmíněným návrhem je vytvoření supermarketu pro umístění nastříhaných kontaktů. Z analýzy současného stavu vyplynulo, že dosavadní systém zaskladňování a následné vyskladňování kontaktů je neefektivní. Návrh spočívá ve vytvoření supermarketu, který se bude nacházet přímo u stříhačky a nahradí dosavadní paletu, na niž se ukládají kontakty v kartonových krabicích, které jsou následně odvedeny na sklad.

V analytické části byl popsán současný systém stříhu a následného uskladnění kontaktů, jež spočívalo v balení hotových kontaktů v sáčcích do kartonových krabic a jejich odkládání na paletu u pracoviště, která jsou posléze odvedena handymanem na sklad.

Supermarket se bude nacházet přímo u stříhačky kontaktů a nahradí doposud využívanou paletu, na niž jsou odkládány bedny s kontakty. Tento nový systém bude spočívat v implementaci regálu vytvořeného z trubkového systému, který je užíván napříč společností. Jeho výhodou je zejména jednoduchá montáž, snadné rozebrání a opětovné využití komponent pro jiný účel. Regál bude místo klasických polic obsahovat spádové válečkové tratě, kdy při odebrání jednoho boxu bude vysunut další box. Vrchní police regálu bude mít opačný spád a bude sloužit k ukládání prázdných boxů. Pro každé

PN kontaktů bude v regálu přesně definované místo, kam se bude ukládat. Boxy s kontakty budou do regálů zasouvány zezadu tak, aby byl zajištěn princip FIFO. Etikety, které byly doposud lepeny na kartonové boxy, se budou lepit přímo na jednotlivé sáčky s kontakty. Počet vyrobených kontaktů po ukončení výroby zadá seřizovač junior do systému Hydra. Do jednoho boxu se vejde stejné množství jako do kartonových beden, tedy v případě malých kontaktů celkem 5 000 kusů a v případě velkých kontaktů celkem 3 500 kusů.



Obrázek č. 40: Box s uloženými kontakty
(Zdroj: Vlastní pořízení)

Princip kanbanu nebude řešen klasickou kanbanovou kartou, ale signálem pro zahájení stříhu bude prázdný box. Regál bude kontrolován směnovým mistrem, který dle zakázek a počtu kontaktů v regálu rozhodne o zahájení výroby. Na obrázku č. 41 je výsledné řešení regálu.



Obrázek č. 41: Supermarket
(Zdroj: Vlastní pořízení)

4.2.1 Podmínky realizace a náklady na návrh

Pro uskutečnění návrhu bylo nutné koupit trubkový systém pro sestavení regálu a také boxů na ukládání kontaktů. Ceny jsou uvedeny v tabulce níže.

Tabulka č. 12: Náklady na pořízení regálu
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Položka	Cena [Kč]
Trubkový systém Beewatec	6 000
Krabičky na ukládání kontaktů	2 800
Celkem	8 800

Náklady na pořízení trubkového systému a boxů jsou v hodnotě 8 800 Kč.

Montáž regálů je zajištěna seřizovači. Další podmínkou realizace je vytvoření štítků na popisky regálu a také úprava pracovních pokynů pro všechna PN kontaktů, kde je nutné změnit způsob balení kontaktů a jejich ukládání do regálu. Úpravu pracovních pokynů zajišťuje procesní inženýr. Na změny v pracovních pokynech je nutné proškolit pracovníky všech směn, což zajišťuje trenérka střediska.

4.2.2 Přínosy realizace

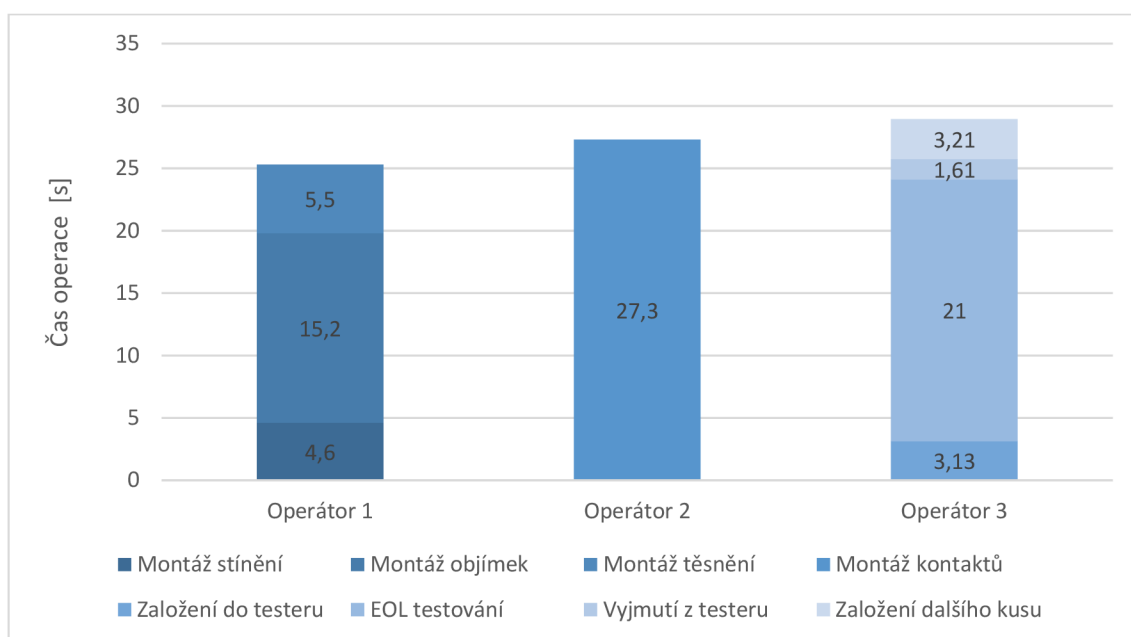
Mezi přínosy navrhovaného řešení patří redukování rozpracované výroby (WIP). Dalším přínosem je zlepšení materiálové toku, jelikož kontakty nemusí být zaskladňovány a vyskladňovány, což šetří čas a práci handymana. Práce je usnadněna také obsluze stříhačky, protože pracovník nemusí skládat a lepit kartonové krabice, s čímž souvisí i úspora obalového materiálu – kartonových krabic. Návrh rovněž zjednodušuje plánování výroby kontaktů.

4.3 Vybalancování linky FPC 3

Při měření času v analytické části práce bylo zjištěno, že linka FPC 3 má mnohem delší testovací cyklus než linka FPC 3, i přes to, že linky jsou duplikované. Nabízí se tedy nalézt rozdíly mezi oběma testery a pokusit se implementovat řešení i do druhého testeru.

Tester FPC 3 má delší testovací cyklus z důvodu absence multimetru, který dokáže naměřit hodnoty za podstatně kratší čas. Implementace multimetru do testeru je řešením zkrácení jeho testovacího cyklu.

Činnosti doposud prováděné na lince nejsou vybalancované. Čas cyklu na pracovišti EOL testování je téměř jedenkrát vyšší než na prvním pracovišti. Na lince dochází k plýtvání, konkrétně k plýtvání způsobilému čekáním, protože první dva operátoři čekají, než se kusy zpracují na testeru. Implementací multimetru se testovací cyklus zkrátí z původních 40 sekund na 21 sekund, čímž dojde k výrazné úspoře času, a tedy i vybalancování linky. Nový stav činností operátorů je zobrazen na následujícím grafu.



Graf č. 5: Cyklové časy operací po změně
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Časy cyklu budou na lince následující:

Tabulka č. 13: Časy cyklu jednotlivých pracovišť
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Pracoviště	C/T [s]
Pracoviště č. 1	25,3
Pracoviště č. 2	27,3
Pracoviště č. 3	28,95
Celkem	81,55

Celková pracnost na výrobu jednoho kusu je nyní 81,55 sekundy, oproti původním 100,55 sekundy.

4.3.1 Podmínky realizace a náklady na návrh

Podmínkou pro realizaci tohoto návrhu je objednání elektronických komponent. Instalaci do zařízení není třeba provádět externí firmou, vhodný typ produktu včetně jeho instalace je možné zajistit interním pracovníkem společnosti. Jediným nákladem v tomto případě tedy bude pořízení multimetru, jehož cena se pohybuje okolo 80 000 Kč.

4.3.2 Přínosy realizace

Hlavním přínosem tohoto návrhu je snížení času testovacího cyklu o 19 sekund na kus. Procentuálně je čas testování zkrácen o 47,5 %. Tato časová úspora umožní na lince zvýšit hodinovou normu na 110 kusů, za hodinu tedy bude možné vyrobit o 38 kusů více než doposud.

Tabulka č. 14: Přehled navýšení vyrobených kusů
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Před změnou	Po změně
Hodinová norma	72 [ks]	110 [ks]
Počet kusů vyrobených za směnu	792 [ks]	1 210 [ks]
Počet kusů vyrobených navíc za směnu	418 [ks]	
Počet kusů vyrobených navíc za den (dvě směny)	836 [ks]	
Počet kusů vyrobených navíc za rok	300 960 [ks]	

V závodě je nepřetržitý provoz, celopodnikové volno připadá na 5 dní v roce, tudíž počet vyrobených kusů za den násobíme 360 dny. Výsledkem je zvýšení roční produkce o 300 960 kusů.

Zároveň došlo k nárůstu produktivity. Produktivita na pracovníka je uvedena v následující tabulce.

Tabulka č. 15: Produktivita na pracovníka
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Před změnou	Po změně
Počet ks vyrobených za směnu	792 [ks]	1 210 [ks]
Počet pracovníků	3	3
Produktivita [ks/pracovník]	264	403,3

Produktivita narostla o 34,5 %.

4.3.2.1.1 Plánování výroby

Nárůstem produkce na lince je možné zlepšit i včasné dodávky zákazníkům, v tabulkách č. 16 a 17 je uvedena předpověď výroby po implementaci multimetru, kdy tato změna značně napomůže s tím, abychom stíhali plnit objednávky zákazníků. Oproti původnímu stavu si lze povšimnout, že implementace výrazně napomohla tomu, aby zakázky byly odeslány včas. Kapacita linek však stále nebude stačit v červeně vyznačených měsících, tedy v listopadu roku 2022, únoru, červnu, srpnu a září roku 2023. V druhé polovině roku 2023 by však výrobní linky mělo nahradit automatizované výrobní zařízení, které bude mít podstatně kratší cyklus času.

Tabulka č. 16: Předpověď výroby pro FY 22 po implementaci multimetru
(Zdroj: Vlastní zpracování)

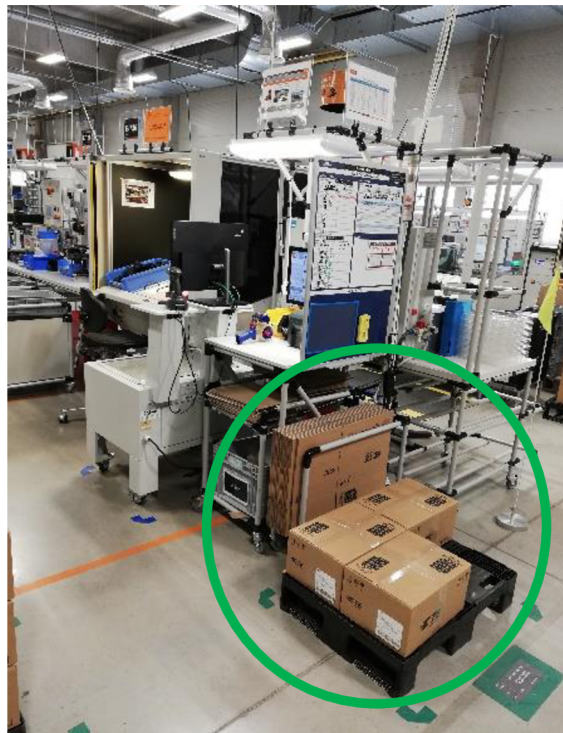
Předpověď výroby	X 2021	XI 2021	XII 2021	I 2022	II 2022	III 2022	IV 2022	V 2022	VI 2022	VII 2022	VIII 2022	IX 2022
PN 454-1	48 384	84 372	56 173	89 559	100 110	79 834	76 431	95 619	81 154	79 681	93 562	103 789
PN 367-1	5 076	6 480	5 724	11 517	14 715	12 284	11 501	14 136	12 526	10 628	12 087	13 198
Celkem ks	53 460	90 852	61 897	101 076	114 825	92 118	87 932	109 755	93 680	90 309	105 649	116 987
FPC 5												
PN 367-1 počet směn	5,43	6,93	6,12	12,32	15,74	13,14	12,30	15,12	13,40	11,37	12,93	14,12
PN 454-1 počet směn	54,57	53,07	53,88	47,68	44,26	46,86	47,70	44,88	46,60	48,63	47,07	45,88
Ks 454-1 vyrobeno	66 031	64 214	65 192	57 696	53 557	56 703	57 717	54 306	56 390	58 846	56 958	55 520
FPC 3												
Počet ks 454-1 k výrobě	0	20 158	0	31 863	46 553	23 131	18 714	41 312	24 764	20 835	36 604	48 269
454-1 počet směn	0,00	16,66	0,00	26,33	38,47	19,12	15,47	34,14	20,47	17,22	30,25	39,89

Tabulka č. 17: Předpověď výroby pro FY 23 po implementaci multimetru
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Předpověď výroby	X 2022	XI 2022	XII 2022	I 2023	II 2023	III 2023	IV 2023	V 2023	VI 2023	VII 2023	VIII 2023	IX 2023
PN 454-1	111 879	126 931	98 422	118 803	132 681	123 872	108 234	112 176	128 635	118 722	130 432	125 215
PN 367-1	12 857	15 587	15 871	13 384	17 078	14 576	17 659	13 784	14 256	14 788	16 876	15 678
Celkem ks	124 736	142 518	114 292	132 187	149 758	138 448	125 893	125 960	142 891	133 510	147 308	140 893
FPC 5												
PN 367-1 počet směn	13,75	16,67	16,97	14,31	18,26	15,59	18,89	14,74	15,25	15,82	18,05	16,77
PN 454-1 počet směn	46,25	43,33	43,03	45,69	41,74	44,41	41,11	45,26	44,75	44,18	41,95	43,23
Ks 454-1 vyrobeno	55 961	52 429	52 062	55 279	50 500	53 737	49 747	54 762	54 151	53 463	50 760	52 311
FPC 3												
Počet ks 454-1 k výrobě	55 918	74 502	46 360	63 524	82 181	70 135	58 487	57 414	74 484	65 259	79 672	72 904
454-1 počet směn	46,21	61,57	38,31	52,50	67,92	57,96	48,34	47,45	61,56	53,93	65,84	60,25

4.4 Ukládací prostor pro kartonové krabice

Během provádění náměrů času operací na lince a pozorování průběhu výrobního procesu bylo také zjištěno, že na pracovišti balení nemá operátor kam odkládat kartonové krabice, které dováží handyman ze skladu. Handyman krabice opírá mezi pracovní stůl a paletu. Problémem je však to, že krabice jsou opřené o zem, a tak se mohou ušpinit nebo poškodit. Pokud handyman odváží plnou paletu do skladu, všechny krabice mohou spadnout na zem a musí je sesbírat operátor. Řešením tohoto problému je vytvoření místa pro ukládání krabic užitím trubkového systému. Vedle palety ovšem není pro kartony prostor, bude se muset místo europalety s rozměry 1 200 x 800 mm, použít půl-paleta s rozměry 800 x 600 mm, která ušetří prostor a umožní vytvořit místo pro sestavení poličky pro ukládání krabic.



Obrázek č. 42: Implementované řešení
(Zdroj: Vlastní pořizen)

4.4.1 Podmínky realizace a náklady na návrh

Jediným vynaloženým nákladem na realizaci bude pořizování trubek jejich spojnic, náklady jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 18: Náklady na pořízení trubkového systému
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Položka	Cena [Kč]
Trubkový systém Beewatec	2 000
Celkem	2 000

Montáž bude zajištěna seřizovačem. Návrh bude implementován jak na linku FPC 3, tak i FPC 5. Handyman vymění europaletu za půl-paletu a dále bude nutné odstranit z podlahy „rožky“, značení dle 5S, kde má být umístěna paleta. Bude třeba tyto rožky vyměnit, aby odpovídaly novým rozměrům palety. Dalším nezbytným krokem bude upravení vizualizace 5S, za které je zodpovědný procesní inženýr. Posledním krokem bude proškolení nové revize 5S pracoviště, které zajistí trenérka střediska, aby byli pracovníci všech směn se změnou řádně seznámeni.

4.4.2 Přínosy realizace

Mezi přínosy lze zařadit zlepšení ergonomie pracoviště a snadnější ukládání krabic. Krabice neleží na zemi a nehrozí jejich poškození. Kartonové krabice jsou zajištěny, nehrozí jejich pád na zem. Je zvýšena i bezpečnost na pracovišti a je eliminováno potenciální riziko úrazu například při sběru spadlých krabic na zem. Je zjednodušena manipulace s krabicemi. Dalším přínosem je samotný vzhled pracoviště, které je uspořádané a působí lepším dojmem. Ukládání krabic je standardizováno.

4.5 Mapa toku hodnot – budoucí stav

V příloze č. 2 je uvedena mapa toku hodnot po zavedených návrzích. V nové mapě se z návrhů projevuje zejména zavedení supermarketu na kontakty, čímž je vyloučeno jejich skladování ve skladu. Dále je z mapy odstraněna 100 % kontrola, která navazovala na výrobu Retaineru 259. Nakonec mapa obsahuje zkrácený čas cyklu pracoviště EOL testování a balení na lince FPC 3. To se projeví zejména ve VA času, který se snížil z původních 100,55 sekundy na 81,6 sekundy.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala návrhem štíhlé výroby a její implementací v podmínkách výrobního provozu. Hlavním cílem práce byl návrh činností při výrobě vysokonapěťových konektorů k dosažení štíhlého výrobního procesu. Práci jsem zpracovávala ve společnosti TE Connectivity Czech, s.r.o., která sídlí v Kuřimi. Společnost se zaměřuje na výrobu komponent pro automobilový průmysl.

Práce je rozdělena do čtyř částí. První část je teoretická, v níž jsem se zabývala nezbytnými poznatky souvisejícími s danou problematikou, tedy pojmy z oblasti štíhlé výroby, měření práce, ergonomie, chyb v pracovním systému, materiálovým tokem a jeho analýzou či produktivitou.

Druhá část byla věnována představení společnosti TE Connectivity Czech, s. r. o. Bylo představeno výrobní portfolio společnosti, organizační struktura a oddělení HEMS, na kterém se nachází analyzované výrobní linky.

Následuje analytická část, v níž byl představen projekt HVA 630 a popsán výrobní proces jednotlivých linek. Byl zobrazen layout linek v rámci výrobní haly, byly vytvořeny špagetové diagramy pohybu handymana po hale a pohybu operátorů na lince FPC 3. Také bylo provedeno měření času operací na lince FPC 3 a byla uvedena předpověď výroby pro fiskální roky 2022 a 2023 včetně plánování výroby na linkách. V neposlední řadě byla vytvořena mapa toku hodnot, která zobrazila současný stav procesů. V závěru kapitoly byly shrnuty výstupy z analytické části a uvedeny příležitosti ke změnám, které byly zpracovány v následující návrhové části.

V poslední části, kterou je právě část návrhová, byly uvedeny návrhy pro dosažení zeštíhlení výrobních procesů. První návrh se týkal zrušení 100 % kontroly, která je kontrolou následnou, sloužící k odhalení vadných výrobků. Řešením vedoucím k jejímu zrušení, jež povede zejména k úspoře mzdových nákladů, bylo implementování poka-yoke řešení do výrobního procesu a úprava nástroje ve stroji, který způsoboval poškození vodičů. Roční úspora mzdových nákladů tohoto návrhu představuje částku 609 840 Kč. Další návrh se týkal úpravy materiálového toku kontaktů pro linky FPC 3 a FPC 5. Byl vytvořen supermarket pro ukládání kontaktů a také byl pozměněn layout haly, kde byl přestěhován stroj pro stříh kontaktů. Dalším návrhem bylo implementování multimetru do EOL testeru linky FPC 3. EOL testování představovalo kvůli dlouhému testovacímu

cyklu úzké místo linky. Výsledkem implementace multimetru je zkrácení testovacího cyklu o 19 sekund, a tedy zvýšení výstupu linky. Posledním návrhem bylo vytvoření místa pro ukládání obalového materiálu, konkrétně kartonových beden u pracoviště linek FPC 3 a FPC 5, kde se doposud krabice ukládaly na zem. Řešení spočívalo v implementaci poličky vytvořené z trubkového systému a ve výměně euro palety za půl-paletu.

Uvedenými návrhy tedy došlo k zeštíhlení výrobních procesů, což vedlo k časovým úsporám, finančním úsporám a zvýšení počtu vyrobených výrobků.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000, 408 s. ISBN 80-7169-955-1.
- (2) TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.
- (3) JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016, 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
- (4) ŘEZÁČ, Jaromír. *Moderní management: manažer pro 21. století*. Brno: Computer Press, 2009, 397 s. ISBN 978-80-251-1959-4.
- (5) LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2008, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- (6) KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- (7) 3M. *Plantune* [online]. Praha: Plantune, Copyright © 2022 [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: <http://www.plantune.cz/slovník/3m/>
- (8) IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen: řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Brno: Computer Press, 2005, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.
- (9) LIKER, Jeffrey K. a David MEIER. *The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hill, 2006, 467 s. ISBN 0-07-144893-4.
- (10) KOŠTURIÁK, Ján a kol. *Kaizen: Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2010, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.
- (11) JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní procesy řízené logistikou*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 272 s. ISBN 978-80-265-0059-9.
- (12) VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 2013, 688 s. ISBN 978-80-247-4642-5.

- (13) SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
- (14) MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 254 s. ISBN 80-902235-0-8.
- (15) DLABAČ, Jaroslav. API – Akademie produktivity a inovací: *Analyza a měření práce*. [online]. API, Copyright © 2005–2022 [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-amereni-prace>
- (16) DLABAČ, Jaroslav. API – Akademie produktivity a inovací: *Techniky analýzy a měření práce I*. [online]. API, 2017 [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/wcd/docs/vzdelavani/cespi-xvii/blok-2/technikyanalzyamenprcei_tiskupravene.pdf
- (17) LÍBAL, Vladimír. *Organizace a řízení výroby*. 7. vyd. Praha: SNTL, 1989, 560 s. ISBN 80-03-00050-5.
- (18) Ergonomie. *ZSBOZP*. [online]. Praha: Znalostní systém prevence rizik v BOZP, Copyright © 2016–2022 [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/ergonomie/201-ergonomie>
- (19) VYTLAČIL, Milan, Ivan MAŠÍN a Miroslav STANĚK. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997, 276 s. ISBN 80-902235-1-6.
- (20) DITTRICHOVÁ, Milada a Marie JUROVÁ. *Bezpečnost práce*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019, 128 s. ISBN 978-80-7623-019-4.
- (21) ROTHER, Mike a John SHOOK. *Learning to See: Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline: Lean Enterprise Institute, 1999, 143 s. ISBN 0-9667843-0-8.
- (22) KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- (23) VANĚČEK, Drahoš a Martin PECH. *Operační management*. České Budějovice: Skripta EF JCU, 2019. 303 s. ISBN 978-80-7394-746-0.

- (24) OEE (Overall equipment effectiveness) – Celková efektivnost zařízení. *ManagementMania* [online]. ManagementMania.com, Copyright © 2011-2016 [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/oee-overall-equipment-effectiveness-celkova-efektivnost-zarizeni>
- (25) TE Connectivity. *LindedIn* [online]. LindedIn, © 2022 [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://ch.linkedin.com/company/te-connectivity>
- (26) Výroční zpráva společnosti TE Connectivity: *Veřejný rejstřík a Sbirka listin* [online]. Praha: Ministerstvo spravedlnosti České republiky [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-detail?dokument=66326665&subjektId=565478&spis=698506>
- (27) TE Connectivity Czech s.r.o. *Interní informace společnosti.*

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

3P	Production, Preparation, Process
C/O	Changeover Time
C/T	Cycle Time
DF	Digital Factory
EOL tester	End of line tester
ERP	Enterprise Resource Planning
FIFO	First In First Out
FR	Fast Response
FY	Fiscal Year
HEMS	Hybrid and Electric Mobility Solutions
HVA	High Voltage Assembly
JIT	Just in time
KLT	Kleinladungsträger
KPI	Key Performance Indicator
MES	Manufacturing Execution System
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MR&F	Material Replenishment & Flow
MTM	Method Time Measurement
NVA time	Non Value Added time
OBC	On Board Charger
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OTD	On Time Delivery
PIM	Process Improvement Management
PN	Part number

PO	Production Order
QCPC	Quality Control Process Charting
SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing
SMED	Single Minute Exchange of Dies
SPC	Statistical Process Control
SW	Standard Work
TE	Tyco Electronics
TEOA	Tyco Electronics Operating Advantage
THP	Technicko-hospodářský pracovník
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Technical Problem Solving
TPS	Toyota Production System
TRIR	Total Recordable Incident Rate
UAS	Universelles Analysier System
USD	Unified Standard Data
VA index	Value Added index
VA time	Value Added time
VOC	Voice of Customer
VSM	Value stream mapping
WIP	Work In Process

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Výtěžnost transformačního procesu	13
Obrázek č. 2: Model celkové koncepce firmy Toyota v duchu „4P“	16
Obrázek č. 3: Prvky štihlé výroby	17
Obrázek č. 4: Systém Kanban s materiálovými a informačními toky	22
Obrázek č. 5: Technologické uspořádání pracovišť	29
Obrázek č. 6: Předmětné uspořádání pracovišť	30
Obrázek č. 7: Buňkové uspořádání pracovišť	30
Obrázek č. 8: Symboly užívané pro mapování hodnotového toku	32
Obrázek č. 9: Logo společnosti.....	36
Obrázek č. 10: Areál společnosti	37
Obrázek č. 11: Organizační struktura společnosti	38
Obrázek č. 12: Nástroje TEOA.....	40
Obrázek č. 13: Produkty oddělení HEMS	41
Obrázek č. 14: Organizační struktura oddělení HEMS	42
Obrázek č. 15: Konektor HVA 630	44
Obrázek č. 16: Umístění konektoru v elektromobilu.....	44
Obrázek č. 17: Palubní nabíjecí jednotka a její umístění v elektromobilu	45
Obrázek č. 18: Konektor 454-1.....	45
Obrázek č. 19: Kontakty 269-4 a 458-1	45
Obrázek č. 20: První pracoviště linky FPC 3.....	46
Obrázek č. 21: Druhé pracoviště linky FPC 3	47
Obrázek č. 22: Třetí pracoviště linky FPC 3	47
Obrázek č. 23: Zabalené kusy v kartonové krabici.....	48
Obrázek č. 24: Váha s krabicí (vlevo) a pracoviště balení s terminálem Hydra (vpravo)	49
Obrázek č. 25: 1 – těleso, 2 – těsnění, 3 – objímka, 4 – stínění, 5 – velký kontakt, 6 – malý kontakt	49
Obrázek č. 26: Vstupující materiál na jednotlivých pracovištích.....	50
Obrázek č. 27: Stříhačka kontaktů.....	51
Obrázek č. 28: Pracoviště pro výrobu Retaineru 259.....	52
Obrázek č. 29: Nepoškozený drátek (vlevo) a poškozený drátek (vpravo).....	53

Obrázek č. 30: Místo, kde dochází k poškození drátku	53
Obrázek č. 31: Layout výrobní haly s vyznačenými linkami	55
Obrázek č. 32: Špagetový diagram handymana.....	56
Obrázek č. 33: Špagetový diagram operátorů.....	57
Obrázek č. 34: Těleso s nezacvaklou pojistkou (nahore) a těleso s asemblovaným drátkem a zacvaklou pojistkou (dole)	67
Obrázek č. 35: Víčko na krabici	67
Obrázek č. 36: Zbroušená hrana nástroje.....	68
Obrázek č. 37: Layout výrobní haly s vyznačenými linkami po úpravě	70
Obrázek č. 38: Nový špagetový diagram handymana	71
Obrázek č. 39: Nový špagetový diagram operátorů	72
Obrázek č. 40: Box s uloženými kontakty	73
Obrázek č. 41: Supermarket.....	73
Obrázek č. 42: Implementované řešení.....	79

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka č. 1: Základní symboly postupového diagramu	32
Tabulka č. 2: Výkonnostní prahy KPI	41
Tabulka č. 3: Přehled výrobních linek a vyráběných PN	43
Tabulka č. 4: Náměry operací – Pracoviště č. 1	57
Tabulka č. 5: Náměry operací – Pracoviště č. 2	58
Tabulka č. 6: Náměry operací – Pracoviště č. 3	58
Tabulka č. 7: Náměry operací – Pracoviště č. 3 (FPC 5).....	60
Tabulka č. 8: Normy jednotlivých PN na směnu.....	62
Tabulka č. 9: Předpověď výroby pro FY 22	63
Tabulka č. 10: Předpověď výroby pro FY 23	63
Tabulka č. 11: Vyčíslení úspory mzdových nákladů	69
Tabulka č. 12: Náklady na pořízení regálu	74
Tabulka č. 13: Časy cyklu jednotlivých pracovišť	75
Tabulka č. 14: Přehled navýšení vyrobených kusů.....	76
Tabulka č. 15: Produktivita na pracovníka	77
Tabulka č. 16: Předpověď výroby pro FY 22 po implementaci multimetru	78
Tabulka č. 17: Předpověď výroby pro FY 23 po implementaci multimetru	78
Tabulka č. 18: Náklady na pořízení trubkového systému.....	80

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf č. 1: Nalezené vady ze 100 % kontroly za FY 2021	54
Graf č. 2: Cyklové časy operací	59
Graf č. 3: Předpokládaný objem výroby pro FY 2022 a 2023	61
Graf č. 4: Procentuální zastoupení poptávky po jednotlivých PN	61
Graf č. 5: Cyklové časy operací po změně	75

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Mapa toku hodnot – současný stav

Příloha 2: Mapa toku hodnot – budoucí stav