

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh výrobní linky pro sériovou výrobu

Autor: **Bc. Lucie KOUDELOVÁ**

Vedoucí práce: **Ing. Marek BUREŠ, Ph.D.**

Akademický rok 2017/2018

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lucie KOUDELOVÁ**

Osobní číslo: **S16N0030P**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**

Název tématu: **Návrh výrobní linky pro sériovou výrobu**

Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod do řešené problematiky
2. Charakteristika výrobního systému
3. Analýza současného stavu
4. Návrh řešení
5. Zhodnocení a přínosy nového návrhu
6. Závěr

Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

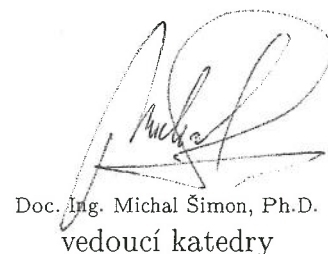
1. ZELENKA, A., PRECLÍK, V. *Racionalizace výroby*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02870-4
2. HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2005. ISBN 80-214-2871-6
3. MILLER, A. a kol. *ŽIVDIG: Projektování výrobní základy - praktická část, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-31-6
4. SLAMKOVÁ, E., DULINA, L'., TABAKOVÁ, M. *Ergonómia v priemysle*. Žilina: GEORG, 2010. 261 s., ISBN 978-80-89401-09-3
5. ZANDIN, K. B. *MOST Work Measurement System*. Florida, USA: CRC Press, 2003. ISBN 978-0-8247-0953-2

Vedoucí diplomové práce: Ing. Marek Bureš, Ph.D.
Regionální technologický institut
Konzultant diplomové práce: Karel Hanzlík
Lear Corporation Czech Republic s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: 20. září 2017
Termín odevzdání diplomové práce: 21. května 2018



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 20. září 2017

Prohlášení o autorství

Překládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych ráda vyjádřila poděkování vedoucímu práce panu Ing. Marku Burešovi, Ph.D. za veškeré cenné rady, připomínky, ochotu a čas.

Dále bych touto cestou chtěla poděkovat svému konzultantovi a ostatním kolegům ze společnosti Lear Corporation s.r.o., Ostrov u Stříbra za vstřícnost při poskytování požadovaných informací, za veškeré věcné připomínky, ochotu a čas.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům a těm nejbližším za jejich nedocenitelnou podporu během celého studia.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Koudelová	Jméno Lucie		
STUDIJNÍ OBOR	N 2301 „Průmyslové inženýrství a management“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bureš, Ph.D.	Jméno Marek		
PRACOVÍŠTĚ	ZČU - FST - KPV			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Návrh výrobní linky pro sériovou výrobu			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2018
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	120	TEXTOVÁ ČÁST	95	GRAFICKÁ ČÁST	25
---------------	-----	---------------------	----	--------------------------	----

STRUČNÝ POPIS	<p>Předložená diplomová práce se zabývá tématem návrhu nové výrobní linky pro sériovou výrobu. V práci jsou na úvod představeny teoretické poznatky z oblasti měření spotřeby času. Cílem práce je balancování nové výrobní linky a vytvoření časových analýz pomocí metody MOST. Dalším úkolem je rozdělení operací na nová pracoviště a detailní popis jednotlivých činností. Nakonec jsou vytvořeny pracovních instrukce v papírové i systémové podobě a dokument process flow chart.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA	<p>Balancování, metody měření času, MOST, MTM, výroba, výrobní linka, pracovní instrukce.</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Koudelová	Name Lucie	
FIELD OF STUDY	N 2301 “ Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bureš, Ph.D.	Name Marek	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Production line design for serial production		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2018
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	120	TEXT PART	95	GRAPHICAL PART	25
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION	<p>The diploma thesis deals with the new production line design for serial production. The work presents theoretical knowledge from the field of the time consumption measurement in the introduction. The aim of the thesis is the new production line balancing and the time analyzes using the MOST method creation. Next task is the division of operations into new workplaces and a detailed description of individual operation. Finally, the work instructions are created in the paper form and in the online form and is created document of the process flow chart.</p>
KEY WORDS	<p>Balancing, methods time measurement, MOST, MTM, production, production line, work instruction.</p>

Obsah

Seznam použitých zkratk.....	9
Úvod.....	10
1 Úvod do řešené problematiky	11
1.1 Výrobní proces	11
1.2 Metody měření spotřeby času.....	13
1.2.1 Časové studie.....	14
1.2.1.1 Snímek operace	15
1.2.1.2 Snímek pracovního dne.....	16
1.2.1.3 Momentové pozorování	18
1.3 Metody předem stanovených časů.....	18
1.3.1 Historie metod předem stanovených časů.....	18
1.3.2 Metoda MTM	20
1.3.2.1 Vyšší stupně MTM a další odvozené metody.....	21
1.3.2.2 Postup při provádění analýzy.....	24
1.3.2.3 Příklady kódování MTM-1.....	24
1.3.3 Metoda MOST.....	25
1.3.3.1 Sekvenční modely Basic MOST	26
1.3.3.2 Rodina metody MOST	33
1.3.3.3 Standardní formulář pro kalkulaci spotřeby času	36
1.3.3.4 Časové jednotky.....	37
1.3.4 Porovnání metody MTM a MOST	38
1.4 Vybrané metody a nástroje průmyslového inženýrství	39
1.4.1 Lean production.....	39
1.4.2 Plýtvání.....	40
1.4.3 Just-in-time (JIT).....	40
1.4.4 Metoda 5S	41
1.4.5 Vizualní management.....	42
1.4.6 Brainstorming.....	42
2 Charakteristika výrobního systému	43
2.1 Historie společnosti Lear Corporation s.r.o.....	43

2.2	O společnosti Lear Corporation Czech Republic s.r.o.	44
2.2.1	Základní charakteristika společnosti	44
2.3	Výrobní závod Ostrov u Stříbra.....	46
2.3.1	Portfolio výroby	46
2.3.2	Výrobní hala	49
3	Analýza současného stavu.....	51
3.1	Časová náročnost současné výrobní linky.....	51
3.2	Popis současné výrobní linky	52
4	Návrh řešení	58
4.1	Časová náročnost nové výrobní linky	58
4.2	Popis nové výrobní linky	63
4.3	Pracovní instrukce	76
4.4	MOST analýza	80
5	Zhodnocení a přínosy nového návrhu	82
	Závěr.....	87
	Seznam použité literatury	89
	Seznam obrázků	92
	Seznam tabulek	94
	Seznam grafů.....	94
	Seznam příloh.....	95

Seznam použitých zkratk

BMW – Bavarian Motor Works

EU – European union (Evropská unie)

JIT – Just-in-time

LCD – Liquid crystal display (Displej z tekutých krystalů)

LPS – Lear production systém (Výrobní systém Lear)

MOST – Maynard Operation Sequence Technique

MTM – Methods Time Measurement

RFID – Radio Frequency Identification (Identifikace na rádiové frekvenci)

SBR – Seat belt reminder

TMU – Time Measurement Unit (Jednotka měření času)

TPS – Toyota production system (Systém vyvinutý firmou Toyota)

USA – United States of America (Spojené státy americké)

Úvod

V dnešním světě se vše neustále mění a vyvíjí. Pokud chceme se současnou dobou udržet krok, musíme tomu přizpůsobit i své aktivity. Pro udržení té nejlepší pozice na trhu musí v tomto trendu pokračovat i podniky. V současné době se nestačí zaměřovat jen na nové trendy v oblasti technologií, informačních systémů nebo marketingu. Na svém významu nabývají také metody a přístupy k modernímu řízení podniku nebo jakákoliv optimalizace interních postupů. Pro podniky je podstatné, aby vytvářely výrobky v co nejkratším čase a v požadované kvalitě. Zároveň je kladen požadavek na odstranění veškerých činností, které zvyšují náklady. Pokud chceme dosáhnout štihlosti podniku, musíme se nejdříve zaměřit na analýzu procesů, které jsou potřebné k dalšímu rozvoji v oblasti zlepšování. Do této oblasti patří i časové studie. Každá analýza je doplňována o návrhy řešení pro zlepšení současného stavu.

Cílem mojí diplomové práce je návrh výrobní linky pro sériovou výrobu pro společnost Lear Corporation s.r.o., která se zabývá výrobou automobilových sedadel. Hlavním důvodem výběru tohoto tématu, pro uvedenou společnost, je můj zájem o danou problematiku. Jsem přesvědčena, že práce na reálných projektech je velmi obohacující zkušenost. Při řešení reálných situací si nejlépe dokáží ověřit teoretické znalosti, které jsem během studia mohla získat. Zároveň si mohu lépe představit, jak výrobní procesy ve firmě fungují.

V teoretické části této práce jsou představeny metody pro měření spotřeby času a vybrané metody a nástroje průmyslového inženýrství.

V praktické části práce je nejdříve nutné přiblížit současný stav výrobní linky, na který se následně vypracuje nový návrh. Ten bude obsahovat balancování linky. Současně je nutné vytvořit časové analýzy, konkrétně bude použita metoda MOST. Dále je potřebné rozdělit operace na jednotlivá pracoviště tak, aby na sebe dílčí činnosti navazovaly. S rozmístěním operací souvisí i tvorba pracovních instrukcí na jednotlivá pracoviště a grafické znázornění dílčích činností. Prostorové uspořádání výrobní linky je nutné zakreslit do layoutu.

Věřím, že tato práce přinese reálné výsledky, které bude moc společnost Lear Corporation s.r.o. zapracovat do svých firemních postupů.

1 Úvod do řešení problematiky

Tato kapitola se zabývá vysvětlením výrobního procesu a jeho etap, výrobního postupu a jeho členění, dále popsáním metod pro měření spotřeby času s následným dělením na přímé a nepřímé metody. Obě tyto metody jsou popsány. Detailněji jsou vysvětleny nepřímé metody, mezi které patří metoda MTM a MOST. V praktické části bude následně provedena metoda MOST ve výrobním podniku. Poslední částí této kapitoly je uvedení některých metod a nástrojů průmyslového inženýrství.

1.1 Výrobní proces

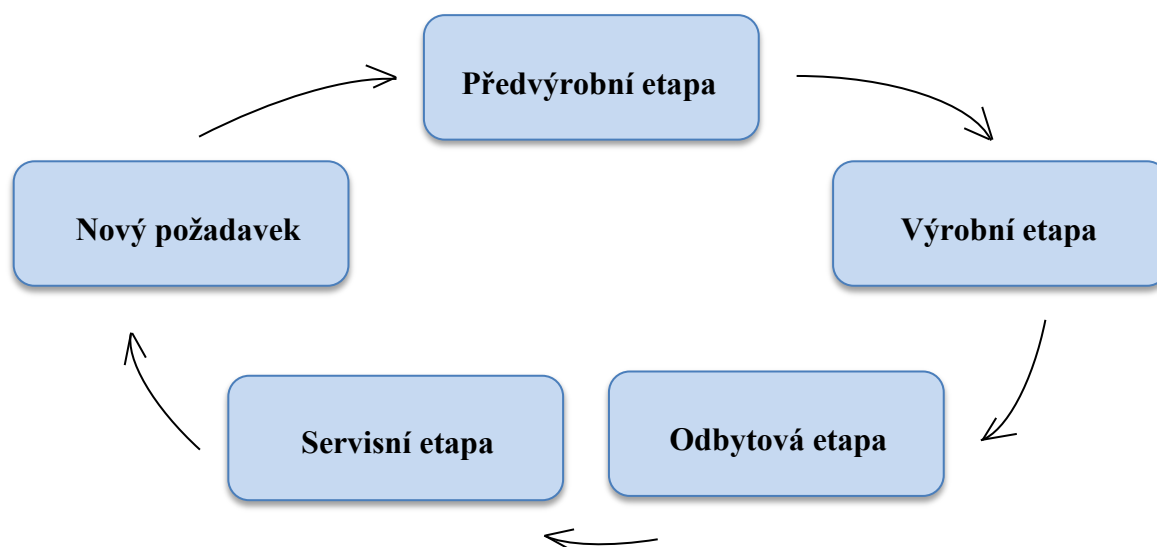
Jednou ze základních činností podniku je výroba. Výrobou se v nejširším pojetí rozumí spojení výrobních faktorů (vstupů) za účelem získání konkrétních výkonů (výstupů). Za vstupy můžeme považovat práci, půdu, kapitál a informace a za výstupy výrobky nebo služby. Aby tento proces fungoval správně, je nutné brát zahrnout všechny činnosti, které podnik zajišťuje – investiční činnost, personální činnost, finanční činnost, poskytování služeb, zhotovení výrobků, doprava, skladování, kontrola, odbyt aj. [1].

Důležitým úsekem výroby je výrobní činnost. Jedná se o činnost zhotovení výrobků nebo poskytnutí služeb, za účelem získání odpovídajících výnosů. Je důležité, aby přeměna vstupů na výstupy probíhala co nejefektivněji. To znamená při optimální spotřebě všech vstupů, odpovídajících nákladech a nejlepší volbou výrobních postupů. Je zřejmé, že výrobní činnost zásadně ovlivňuje jak efektivnost podniku, tak i konkurenční schopnost daných výrobků [1].

Výrobní proces nejčastěji probíhá v etapách, pokud se jedná o výrobní podnik, rozlišují se tyto etapy [2]:

- **Předvýrobní etapa** – vývoj výrobku, konstrukční a technologická příprava výroby, zajištění potřebných materiálů a pracovních prostředků apod.,
- **Výrobní etapa** – zhotovování navrženého výrobku, ověření správnosti výkresů, postupů, zařízení apod.,
- **Odbytová etapa** – nalezení vhodného odběratele, stanovení podmínek prodeje, samotný prodej zhotovených výrobků, export produktů k zákazníkovi,
- **Servisní etapa** – zajištění servisu a poradenských služeb na stanovené období v případě nefunkčnosti výrobku.

Každý výrobek se zhotovuje prostřednictvím výrobního postupu, který se skládá ze sledu operací, které musejí odpovídat dané technologii.



Obrázek 1: Schéma výrobního procesu – vlastní tvorba [2]

Jak již bylo uvedeno, každý výrobek se zhotovuje pomocí výrobního postupu. Výrobní postup je dokument, který obsahuje souhrn všech technologických operací, které jsou nutné ke zhotovení výrobku v uspořádaném časovém sledu přesně tak, jak za sebou následují. Je důležité, aby tento dokument obsahoval veškeré informace pro výrobu. Platí, že čím detailněji bude výrobní postup zpracován, tím méně ztrát následně bude ve výrobě. Požadavky, na tyto postupy, jsou především kladeny na úplnost všech údajů, správnost záznamů, srozumitelnost, jednoznačnost a stručnost údajů [3].

Výrobní postup by měl obsahovat popis všech operací a vhodných metod v určitém pořadí, dále množství vyráběných kusů, použité výrobní stroje a zařízení a řezné podmínky.

Výrobní postup má dvojí využití. Používá se buď jako závazný předpis pro výrobu, kde jsou přesně předepsány metody práce, sled operací atd., které je důležité dodržet. Druhé využití je jako podklad pro následné projektování, to znamená například pro určení počtu strojů a zařízení, pracovních ploch, pracovníků [3].

Výrobní postup můžeme rozčlenit na [4]:

- **Operace** – časově souvislá a ukončená část výrobního postupu, které je prováděná zpravidla na jednom pracovišti za pomoci jednoho pracovníka,
- **Úsek operace** – je část operace, které je prováděná při upnutí jedním nástrojem při totožných pracovních podmínkách,
- **Úkon** – část úseku operace, která obsahuje ucelenou pracovní činnosti, organizačně nedělitelnou, například uvedení stroje do chodu,
- **Pohyb** – nejmenší měřitelná část úkonu. Jedná se o jednoduchý a ukončený pohyb pracující osoby.

1.2 Metody měření spotřeby času

Tato kapitola se zaměřuje na popis metod pro měření spotřeby času s následným rozdělením na metody přímé a nepřímé. Detailně jsou popsány přímé metody.

Co je to vlastně čas? Čas patří mezi základní veličinu v oblasti analýzy a měření práce. Je důležité určit přesné množství času vynaloženého na určitý výrobní úkol, neboť čas je určitým měřítkem efektivnosti využívání lidských zdrojů. Měření spotřeby času bude úspěšné, pokud budeme mít k dispozici reálná časová data [6], [10].

Pod pojmem analýza a měření práce si můžeme představit: „*Analýza a měření práce patří mezi základní znalost průmyslových inženýrů a Lean specialistů. Jsou poměrně jednoduchým a zároveň velmi účinným nástrojem v boji proti plýtvání a neefektivnosti v procesech. Pod názvem analýza a měření práce si můžeme představit aktivity vedoucí k definování optimálního pracovního postupu a určení spotřeby času pro jednotlivé činnosti*“ [7].

Jak již bylo zmíněno, metody pro měření spotřeby času patří mezi nástroje průmyslového inženýrství. Jejich podstatou je měření spotřeby času práce, kterou pracovník vykonává v rámci výrobního procesu. Tyto metody slouží k tomu, abychom na základě detailních rozborů všech pracovních dějů, s následným měřením času, mohli stanovit předpokládanou spotřebu času, která je nutná pro pracovní úkol. Výstupem z tohoto měření je norma spotřeby času. Zjištěné údaje mohou sloužit i jako podklad k odhalení ztrátových časů, pro následnou racionalizaci práce jako je zvyšování produktivity práce, odstranění neefektivních způsobů práce či plýtvání [5], [10].

Pokud chceme vytvořit optimální pracovní postup je v první řadě důležité zabývat se analýzou práce. Tehdy se zaměřujeme na studii pracovních metod s cílem odstranit všechny neproduktivní činnosti a zjednodušit práci. Jedná se především o sledování pracovního postupu s cílem vykonávat tento postup co nejrychleji a nejjednodušeji. V druhé řadě se budeme zabývat měřením spotřeby času dané pracovní činnosti [7].

Měření spotřeby času má následující postup [4]:

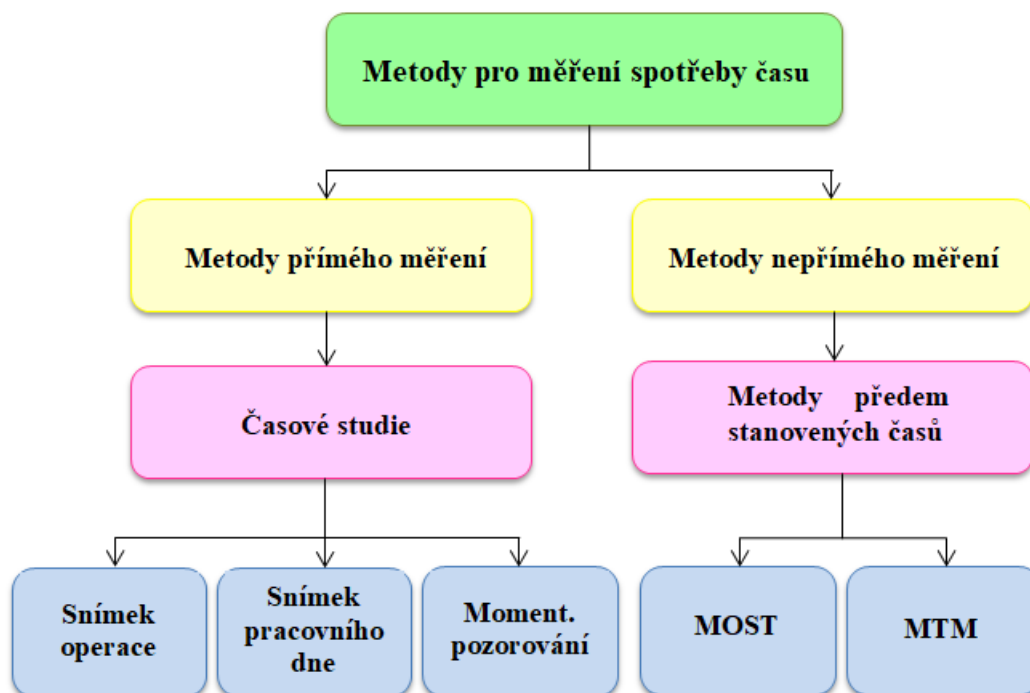
- **Výběr práce** – volba náplně pracovní činnosti, která má být měřena,
- **Přezkoumání způsobu práce** – studium sekvence pohybů pracovníka a podmínek práce při vykonávání pracovního postupu,
- **Měření spotřeby času** – výběr nejvhodnější techniky měření,
- **Formulace pracovního postupu** – definování přesného a detailního pracovního postupu včetně pracovních podmínek. Je nutné respektovat obecně nutné přestávky a podmíněně nutné přestávky.

Při měření spotřeby času pracovních dějů je důležitá jak úroveň přesnosti, tak i úroveň pracnosti použitého postupu měření.

Z historického pohledu se nejčastěji jedná o tyto metody [11]:

- Hrubé odhady,
- Kvalifikované odhady,
- Historická data a jejich práce s nimi,
- Metody přímého měření,
- Metody předem stanovených časů.

V dnešní době se v oblasti průmyslového inženýrství používají především metody pro přímé a nepřímé měření spotřeby času. Mezi metody přímého měření patří časové studie. Jako nejčastější metody se používají snímky operace, snímky pracovního dne a technika momentového pozorování. Mezi nepřímé metody měření se řadí metody předem stanovených časů. Jako nejznámější se používají metody MOST a MTM. Toto základní rozdělení je patrné i z Obrázek 2.



Obrázek 2: Metody pro měření spotřeby času – vlastní tvorba [4], [5]

1.2.1 Časové studie

Jak již bylo uvedeno, časové studie patří mezi metody přímého měření, kdy se pracovní postup sleduje přímo na pracovišti v reálném čase. Měření může být prováděno různými způsoby. Nejčastější způsob je za použití stopek a papírového formuláře, lze využít i hodinky popřípadě filmové kamery. Měření pomocí stopek je nejběžnější a nejdostupnější způsob, používá se pro měření jednoduchých operací až do několika minut. Výhodou jsou nízké pořizovací náklady, dostupnost a praktická velikost. Filmové kamery se používají v případě,

pokud by pozorování zabralo až několik hodin popřípadě dnů. Nejčastěji se však využívají u metod předem stanovených časů, které budou detailněji popsány v další kapitole.

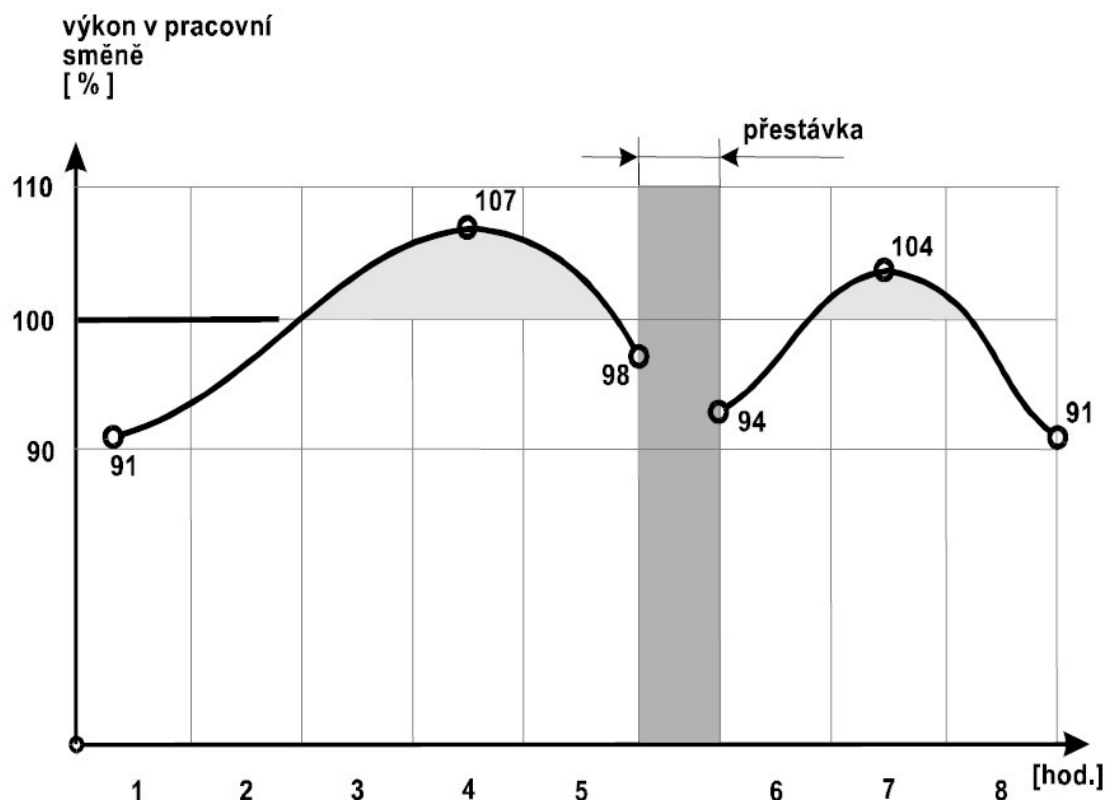
Pro stanovení času se používají snímky operace, snímky pracovního dne a technika momentového pozorování [6].

1.2.1.1 Snímek operace

Snímky operace patří mezi kontinuální časové studie, které vycházejí z údajů z plynulého a nepřetržitého měření skutečné spotřeby času. Používají se pro analýzu konkrétní pracovní operace, která se opakuje na pracovišti daného pracovníka. Dle těchto informací může být zjištěna časová náročnost dílčích úkonů, ale i časová náročnost celé pracovní operace. Při provádění snímku operace bychom měli pozorovaného pracovníka informovat a neměli bychom ho při výkonu práce nijak ovlivňovat [4], [6].

Postup měření [9]:

- 1. Příprava** – v první fázi dochází k výběru pracovníka. Je nutné si poznamenat jeho kvalifikaci, zapracování, plnění pracovního postupu, dodržování dané technologie, dodržování předpisů o hygieně a bezpečnosti práce. Veškeré tyto údaje mohou ovlivnit postup měření. Dále se musíme seznámit s organizací na pracovišti, pracovními daty a chybovostí sledovaného pracovníka.
- 2. Pozorování a měření** – jestliže se bude provádět měření pomocí plynulé chronometráže, tak se nejdříve zapíše přesný sled pracovních úkonů a poté se budou hledat příčiny výrazných odchylek naměřených časů. Pozorování a měření by se mělo provádět v nejobsazenější směně ideálně mezi druhou a čtvrtou hodinou pracovní směny, jelikož v tomto časovém horizontu je nejvyšší výkonnost pracovníků, viz Obrázek 3.
- 3. Vyhodnocení** – v poslední fázi dochází k výpočtu jednotlivých časů s vyloučením ovlivněných časů.



Obrázek 3: Průběh výkonnosti ve směně [9]

Naměřené údaje dále slouží jako podklad pro vypracování norem a normativů, racionalizaci pracovního postupu, jako koncept pro technologicko-organizační opatření a pro přímé stanovení normy spotřeby času. Pro správný výpočet normy spotřeby času je nutné získat a použít výsledky z několika snímků operace od více pracovníků [8], [9].

Mezi snímky operace patří [6], [9]:

- **Plynulá chronometráž** – měření všech úkonů v pracovní operaci s pravidelným časovým sledem jednotlivých úkonů,
- **Výběrová chronometráž** – měření času určitých, předem vybraných úkonů,
- **Snímková chronometráž** – měření času všech úkonů v pracovní operaci s nepravidelným, předem neznámým sledem úkonů,
- **Sumární měření** – měření času celé pracovní operace bez členění na jednotlivé úkony.

1.2.1.2 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne je metoda přímého a nepřerušovaného pozorování. Dochází k zaznamenávání skutečné spotřeby času pracovníka po celou pracovní směnu. Výsledkem

měření je získání kompletních a podrobných informací o veškerých činnostech pracovníka nebo pracovníků během celé pracovní směny. Pozorovatel je v přímém kontaktu s měřeným pracovníkem. Tímto pozorovatel získá veškeré údaje o rozložení jeho pracovní doby a snadněji tak může identifikovat příčiny vzniklých nedostatků nebo problémů v procesu, které jsou následkem neefektivního využití času. Do celkového času je nutné zahrnout i čas obecně nutných a podmíněně nutných přestávek a dále čas ztrát – osobních, technických a organizačních. Většinou se stanovuje procentuální podíl všech složek času. Při provádění této metody bychom měli informovat pozorovaného pracovníka a neměli bychom ho při výkonu práce nijak ovlivňovat [4], [6], [7].

Značnou nevýhodou této metody je časová náročnost samotného měření, dále pracnost při vyhodnocování a psychické zatížení pozorovaného pracovníka a pozorovatele.

Snímek pracovního dne lze využít na pracovníka ve výrobě, ale i na administrativního nebo řídicího pracovníka.

Postup měření [4], [9]:

- 1. Příprava** – v první fázi dochází k výběru pracovníka a určení pozorovatele. Pozorovatel musí získat základní informace o pracovníkovi a o uspořádání pracoviště. Je důležité si vytvořit vhodné podmínky pro pozorování, které by mělo být nerušené a nemělo by ovlivnit výsledek. Výstupem přípravné fáze je harmonogram práce s veškerými informacemi o sestavení snímku pracovního dne.
- 2. Pozorování a měření** – pozorovatel přichází k pozorovanému pracovníkovi před zahájením pracovní směny. Zapisuje pozorované děje a změřený čas do záznamového archu od začátku až do konce směny.
- 3. Vyhodnocení** – ve třetí fázi dochází k výpočtu jednotlivých časů a k sumarizaci stejnorodých činností skutečné bilance spotřeby času pracovní směny.
- 4. Návrh na zlepšení** – v poslední fázi dochází ke srovnání normativů s naměřenými údaji. Dále se zjišťují příčiny vzniklých ztrátových časů pro následnou eliminaci.

Mezi snímky pracovního dne patří [4], [9]:

- **Snímek pracovního dne jednotlivce** – pozorování je prováděno pouze na jednom pracovníkovi. Používá se, pokud chceme zachytit podrobné informace. Většinou se provádí tři až pět snímků.
- **Snímek pracovního dne čtyř** – pozorování je prováděno na skupině pracovníků, kteří vykonávají společnou práci.
- **Hromadný snímek pracovního dne** – používá se pro pozorování až 30 pracovníků najednou, kteří vykonají samostatný úkol. Pro sledovaný počet pracovníků je dán interval pozorování a zápisu.

- **Vlastní snímek pracovního dne** – od ostatních případů se odlišuje tím, že se zaměřuje pouze na ztrátové časy a jejich příčiny. Tyto údaje si zaznamenává pracovník zcela sám.

1.2.1.3 Momentové pozorování

Metoda momentového pozorování je alternativou ke snímku pracovního dne. Rozdíl je v tom, že využívá pravděpodobnosti a pozorování se uskutečňuje pouze v náhodných okamžicích, které si zvolíme. Pro získání úplného obrazu produktivních a neproduktivních časů (například zařízení v nečinnosti) je ideální provádět pozorování plynule v dlouhém časovém intervalu. Pokud narazíme na stav, kdy je zařízení v nečinnosti je nutné zaznamenat příčiny tohoto stavu [4], [9].

Výhody momentového pozorování ve srovnání se snímek pracovního dne [9]:

- Menší časová a finanční náročnost,
- Jednodušší provedení,
- Vhodnější psychologické klima na pracovišti,
- Pozorování lze přerušit, aniž bychom ohrozily správnost již naměřených údajů.

Nevýhody momentového pozorování ve srovnání se snímek pracovního dne [9]:

- Nižší přesnost metody – není možné získat detailní informace o sledovaném ději jako u snímku pracovního dne.

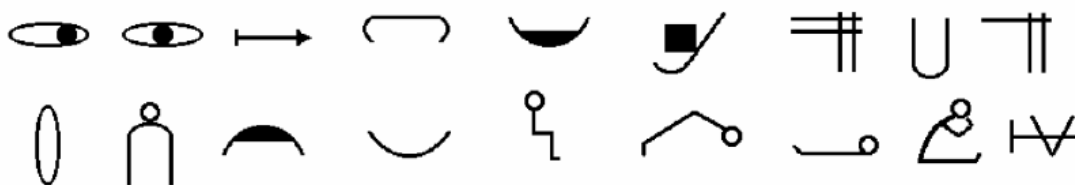
1.3 Metody předem stanovených časů

Na rozdíl od přímých metod měření a pozorování spotřeby času jako jsou metody snímku operace, snímku pracovního dne nebo metoda momentového pozorování, tak metody předem stanovených časů patří mezi nepřímé metody měření a pozorování spotřeby času. Existují dvě základní metody, kterými jsou metoda MOST (z anglického Maynard Operation Sequence Technique, dále jen MOST) a MTM (z anglického Methods Time Measurement, dále jen MTM). Jedná se o kombinaci časových a pohybových studií zároveň. To znamená, že každému základnímu pohybu je přiřazený předem určený čas, který je zjištěný z dlouhodobého měření práce. Základní pohyby jsou takové, které se pravidelně opakují, například: sáhnout, uchopit, přemístit, umístit, pustit aj. [5], [13].

1.3.1 Historie metod předem stanovených časů

Frederic Taylor (1856 – 1915) byl jako první, kdo se začal zabývat časovými studiiemi v amerických podnicích. Jeho doporučením bylo rozčlenit pracovní operace na jednotlivé úseky práce a poté tyto úseky měřit pomocí stopek [4].

Později se tímto směrem začali zabírat i Frank (1868 – 1924) a Lilian (1878 – 1972) Gilbrethovi. Zjistili, že veškeré manuální operace se skládají ze základních prvků pohybu a jejich kombinací. Frank Gilbreth usiloval o nalezení toho nejlepšího způsobu provádění práce pro zrychlení pracovních operací s co nejmenším počtem pracovních pohybů. O něco později však zjistil, že pohyby vykonávané pracovníky mají vliv i na pracovní zařízení. Proto začal zkoumat, jaký vliv mají pracovní podmínky na počet a délku pohybů prováděných při pracovní činnosti. Proto, aby mohly být popsány všechny druhy pracovních postupů, tak Gilbreth rozdělil jednotlivé úkony celkem na 18 různých prvků, jedná se o tzv. therbligs viz Obrázek 4 [4], [12].



Hledání, nalézání, vybírání, uchopení, nesení, položení, sestavení, užití, rozebrání, zkoumání, připravení, uvolnění, pohybování, odpočinek, zdržení nevyhnutelné, zdržení odstranitelné, uvažování, držení

Obrázek 4: Therbligs [12]

Již za druhé světové války se začala postupně vyvíjet metoda MTM. Její vznik je datován roku 1948 v americkém Pittsburgu panem H. B. Maynardem. Do celého světa se rozšířila poměrně rychle. V praxi byla metoda poprvé použita v letech 1950 – 1953 ve Švédsku v podniku Volvo, v České Republice přibližně v 60. letech ve firmě Tesla [12].

Na základě nové koncepce metod předem stanovených časů se první zmínka o metodě MOST datuje již k roku 1967, kdy byl představen pouze koncept systému. V roce 1972 ve Švédsku a o něco později v roce 1974 ve Spojených Státech byl představen kompletní systém Basic MOST. Od 70. let se již uplatňoval ve výrobě, servisu a v distribučním průmyslu. Původní koncept Basic MOST byl rozšířen o metody Mini MOST a Maxi MOST a v roce 1980 došlo ke zveřejnění kompletního systému v celé své podobě. Hlavním představitelem metody je pan K. B. Zandinem z firmy Maynard Corporation. Hlavní myšlenkou bylo zvýšit produktivitu měření současně se zachováním vysoké přesnosti. Systém MOST patří k nejproduktivnější metodě pro měření práce, která dosahuje přesnosti až 95% [2], [10], [18].

Pro všechny metody předem stanovených časů je charakteristické, že mají speciální časovou jednotku TMU neboli Time Measurement Unit. Jedna jednotka TMU představuje jednu sto tisícinu hodiny, viz Tabulka 1 [12].

1 TMU	0,036 sekunda
1 TMU	0,0006 minuty
1 TMU	0,00001 hodiny
1 sekunda	27,8 TMU
1 minuta	1667 TMU
1 hodina	100 000 TMU

Tabulka 1: Používané časové jednotky – vlastní tvorba [11], [12]

1.3.2 Metoda MTM

Methods Time Measurement (dále jen MTM) vyjadřuje v českém překladu metodu časového měření. Definice: „*MTM je postup, při němž se manuální postupy člení do svých základních pohybů. Ke každému základnímu se přiřazuje hodnota normovaného času, která je určována ve své výši evidovanými číselnými hodnotami a třídami ovlivňujících veličin*“ [12].

Jak již bylo zmíněno, jedná se o kombinaci časových a pohybových studií. Z uvedené definice je patrné, že principem metody je rozložit pracovní postup do základních elementárních pohybů, neboli mikro pohybů, které jsou potřebné pro vykonání práce. Dále těmto pohybům přiřadit určitou časovou hodnotu normovaného času. Základním pohybem jsou myšleny úkony a pohyby, které se pravidelně opakují. Jedná se například o pohyby: sáhnout, uchopit, přemístit, umístit, pustit aj. Metoda je velmi detailní a zároveň i časově náročná. Uvádí se, že jedna minuta skutečné práce odpovídá jedné hodině vyhodnocování. Ve skutečnosti však zkušený analytik jednu minutu skutečné práce zanalyzuje přibližně za 30 – 45 minut. Pomocí této metody lze přesně popsat pracovní postup, ale i stanovit délku trvání [12], [13], [14].

Výhody metody MTM [5], [12]:

- Využití již ve fázi plánování – časy se vypočtou ještě před zahájením výroby.
- Identifikace nepotřebných a neefektivních pohybů, které negativně ovlivňují výkonnost pracovníků.
- Vysoká detailnost zápisu pohybů, kdy základní pohyby již nelze dále dělit.

Nevýhody metody MTM [12]:

- Pracovníci provádějící časovou analýzu musí být důkladně proškoleni, aby nevznikaly chybné výsledky,
- Časová náročnost na vyhodnocení.

Při provádění základních pohybů jsou zkoumány proměnné faktory, které na základní pohyby působí, a které ovlivňují nejen provedení pohybu, ale i spotřebu času. Jedná se o tzv. **ovlivňující veličiny**. Jsou to například [13]:

- Vzdálenost pohybu měřená v centimetrech,
- Hmotnost měřená v kilogramech,
- Typy pohybů,
- Poloha předmětu,
- Rozměry předmětu, aj.

1.3.2.1 Vyšší stupně MTM a další odvozené metody

Základní metoda je s označením MTM–1. Tento stupeň metody se využívá především pro hromadnou a velkosériovou výrobu, kde je nutné udělat detailní analýzu spotřeby času. Podrobná analýza souvisí s vysokou pracností a časovou náročností, proto MTM–1 není vhodná pro kusovou a malosériovou výrobu. Z tohoto důvodu byly pro efektivnější využívání metod v oblasti kusové a malosériové výroby vyvinuty nadstavby systému, tzv. vyšší stupně, které jsou přímo odvozené od základní metody. Jedná se o metody MTM–2 a MTM–3, které nevyžadují tak vysokou pracnost, detailnost a časovou náročnost [4], [12], [14].

Metoda	Podrobnost členění analýzy	Délka trvání operace [min]
MTM–1	Základní pohyby	0,1 – 0,5
MTM–2	Komplex pohybů	0,5 – 3
MTM–3	Úkony operace	3 – 30

Tabulka 2: Vyšší stupně metody MTM – vlastní tvorba [12]

a) MTM–1

Při provádění této metody je potřebný tzv. obouruční formulář, do kterého se zapisují veškeré základní pohyby, které jsou nezbytné k provedení analýzy pracovního postupu. Základní pohyby se zapisují za sebou, ve sledu, jak se vyskytují v pracovní operaci. Pokud pracovník používá pouze jednu ruku (například při sahání do boxu aj.), zapisují se symboly pouze pro jednu ruku. Pokud pracovník při vykonávání práce používá obě ruce (například při přenesení boxu, přehmatu aj.), zapisují se symboly pro pravou a levou ruku zvlášť [16].

Rozdělení základních pohybů:

Každý druh pohybu je označen sjednaným symbolem, který je jednotný a současně mezinárodně platný. Podle metody MTM–1 rozdělujeme základní pohyby do tří skupin [12]:

- **Pohyb ruky a prstů** – 8 pohybů, viz Tabulka 3,
- **Funkce zraku** – 2 pohyby, viz Tabulka 4,
- **Pohyby těla a dolních končetin** – 12 pohybů, viz Tabulka 5.

Pohyby ruky a prstů		
Název pohybu česky	Značení	Anglický název
Sáhnout	R	Reach
Uchopit	G	Grasp
Přemístit	M	Move
Spojit	P	Position
Pustit	RL	Release
Oddělit	D	Disengage
Obrátit	T	Turn
Tlačit	AP	Apply pressure

Tabulka 3: MTM-1: Pohyby ruky a prstů – vlastní tvorba [12]

Funkce zraku		
Název pohybu česky	Značení	Anglický název
Sledování pohledem	ET	Eye travel
Pohled (zaostřit, rozlišit)	EF	Eye focus

Tabulka 4: MTM-1: Funkce zraku – vlastní tvorba [12]

Pohyby těla a dolních končetin		
Název pohybu česky	Značení	Anglický název
Pohyb chodidla bez tlaku	FM	Foot movement
Pohyb jedné nohy	LM	Lef movement
Úkrok stranou	SS	Side step
Otočení těla	TB	Turn body
Chůze bez zátěže a překážek	W-P	Walk place
Předklonění	B	Bend
Vzpřímení	A	Arise
Úklon	S	Stoop
Klek na jedno koleno	KOK	Kneel on one knee
Klel na obě kolena	KBK	Kneel on both knees
Sednout	SIT	Sit
Vstát	STD	Stand

Tabulka 5: MTM-1: Pohyby těla a dolních končetin – vlastní tvorba [12]

b) MTM–2

Metoda MTM–2 představuje zjednodušený systém, který je založený na metodě MTM–1. U této vyšší metody došlo ke sloučení základních pohybů, které se vyskytovaly v sekvencích. Jedná se o tyto dvě nejběžnější kombinace pohybů, které byly do MTM–2 zahrnuty [12]:

- **Přemístit - spojit = sled pohybu UMÍSTIT**
- **Sáhnout - uchopit – pustit = sled pohybu VZÍT**

Na rozdíl od systému MTM–1, který obsahuje až 400 časových hodnot, tak zjednodušený systém MTM–2 obsahuje pouze 39 časových hodnot, které se rozčleňují do 15 různých pohybů [12].

Uvádí se, že zkušený analytik metody MTM bude potřebovat přibližně 100 – 150 minut na provedení detailní analýzy MTM–2 na pracovní cyklus, který bude trvat jednu minutu. Oproti základní metodě je analýza MTM–2 přibližně dvakrát dokonce až třikrát rychlejší [15].

c) MTM–3

Při vývoji metody MTM–3 byl důraz kladen na následující kritéria – rychlost a přesnost rozboru. Rychlost rozboru by měla být třikrát rychlejší než metoda MTM–2 a až sedmkrát rychlejší než metoda MTM–1. Požadována byla i vysoká přesnost rozboru, kdy odchylka od metody MTM–1 by měla být maximálně 5%. U této metody byly určeny dva sledy pohybů dle četnosti a vzájemné kombinace [4], [12]:

- **Vzít - umístit = MANIPULACE**
- **Sled pohybů umístit = TRANSPORT**

Na rozdíl od systému MTM–2, který obsahuje 39 časových hodnot, tak systém MTM–3 obsahuje pouze 10 časových hodnot, které se rozčleňují do 4 různých pohybů [4].

d) Ostatní metody odvozené z MTM [10]

- **UAS** (Universelles Analysier System) – systém, který částečně vychází z MTM. Je převážně určený pro sériovou výrobu. Jedná se o všestranný rozborový systém, který dosahuje dostatečné přesnosti pro malý počet dat. Čas k vytvoření analýzy je až 20 krát menší než u metody MTM–1.
- **USD** (Unifield Maintenance Standards) – pro standardizovaná data, které pracují s cykly, využívá delší časový horizont
- **MEK** – tato metoda je vhodná převážně pro malosériovou výrobu
- **MOST** (Maynard Operation Sequence Technique) – metoda předem stanovených časů, která k popisu lidské práce využívá sekvenční modely. Metoda je součástí práce, proto bude detailně popsána v kapitole 1.3.3 – Metoda MOST.

1.3.2.2 Postup při provádění analýzy [4], [12]

1. V první fázi dochází k rozložení pracovní operace do dílčích pohybů,
2. Stanovení ovlivňujících veličin pro jednotlivé pohyby (vzdálenost, typ pohybu),
3. V tabulkách vyhledat příslušné časové veličiny,
4. Časové veličiny pro jednotlivé pohyby se sečtou. Součtem těchto časů se získá čas celé operace. Jedná se o ale čas, který neobsahuje žádné časové přírážky (například: přestávky, aj.)

1.3.2.3 Příklady kódování MTM-1 [12]

- a) Slovní příklad: Sáhout do vzdálenosti 35 cm pro šroubek, který leží s ostatními v boxu.

Alfanumerický kód: R35C

Vysvětlení kódu: R – jedná se o základní pohyb SÁHNOUT,

35 – ovlivňující činitel délky pohybu – délka pohybu je 35 cm,

C – ovlivňující činitel druhu pohybu – případ C, kdy předmět je smíšen s ostatními na jednom místě a je nutné ho vybrat.

- b) Slovní příklad: Uchopení řídicí páky stroje.

Alfanumerický kód: G1A

Vysvětlení kódu: G – jedná se o základní pohyb UCHOPENÍ,

1 – ovlivňující činitel druhu uchopení,

A – ovlivňující činitel polohy dílu – předmět leží osamoceně, lze ho uchopit prostým sevřením prstů ruky.

- c) Slovní příklad: Umístit klíč do vzdálenosti 40 cm do boxu s nářadím.

Alfanumerický kód: M40B

Vysvětlení kódu: M – jedná se o základní pohyb PŘEMÍSTĚNÍ,

40 – ovlivňující činitel délky pohybu – délka pohybu je 40 cm,

B – ovlivňující činitel druhu pohybu – případ B, kdy jsou kladeny mírné nároky na kontrolu. Předmět se přemísťuje na přibližné místo.

- d) Slovní příklad: Umístěte plochý šroubovák na šroub.

Alfanumerický kód: P2SSE

Vysvětlení kódu: P – jedná se o základní pohyb UMÍSTĚNÍ,

(P)2 – ovlivňující veličina třídy uložení (lícování) - lehký tlak ruky se zvýšenou přesností,

SS – ovlivňující veličina podmínky symetrie – jedná se o polosymetrické umístění (spojení je umožněno ve více polohách),

E - ovlivňující veličina manipulace – manipulace je lehká.

1.3.3 Metoda MOST

Metoda MOST vychází z anglického Maynard Operation Sequence Technique (dále jen MOST). Jedná se o metodu předem stanovených časů, u které dochází k přiřazení časové hodnoty vykonávaným pohybům [17].

Pod pojmem práce si nejčastěji představíme stav vynaložení energie pro dosažení určitého cíle nebo pro splnění určité aktivity. Z fyzikálního hlediska je patrné, že práce je výsledkem násobení síly ve směru pohybu a délky dráhy ($W = F \times s$ [J]), po které došlo k posunutí či přemístění hmoty nebo objektu. Tuto definici lze uplatnit i v běžném denním životě, kdy práce může být například: zvednutí boxu ze země, obsluha ovládacích prvků na stoji, zavření dveří od automobilu aj. Definice se však nevztahuje na proces myšlení, jelikož nedochází k přemístování objektů. Hlavní smysl spočívá v tom, že veškeré pracovní činnosti by měly být uspořádány tak, aby bylo dosaženo určitého výsledku jednoduchým přemístěním (pohybem) objektů. Koncepce MOST je systém pro měření práce, jenž se zaměřuje na přemístování (pohyb) objektů, a proto z tohoto procesu vyplývá [10], [18].

Pokud chceme dosahovat efektivní a plynulé práce je nutné, aby základní pohybové vzorce byly vhodně a plynule uspořádány. Přemístění objektů provází stále se opakující vzorce jako například: sáhnout, uchopit, přemístit a umístit. Tyto vzorce byly uspořádány jako sekvence pohybových prvků, neboli subaktivit, které jsou uplatňované při pohybu objektů. Oproti metodě MTM, které se zaměřovala na rozložení pracovního postupu do základních pohybů, u metody MOST je základní pohybový vzorec dán sekvenčním modelem. Objekty lze přemístit pomocí dvou způsobů [17], [18], [19]:

- **Objekty (předměty) jsou uchopeny a přemístěny volně v prostoru** – box uchopíme a zvedneme na jedné straně stolu a přeneseme na druhou stranu stolu a položíme,
- **Objekty (předměty) jsou během přemístování ve stálém kontaktu s jiným povrchem nebo jsou připojeny k jinému objektu** – box pouze tlačíme po povrchu stolu.

Pro uvedené příklady jsou potřebné jiné sekvence událostí, takže i jiné sekvenční modely, protože při každém pohybu nastává jiný řetězec událostí [19].

Metodu lze použít pouze na manuální části pracovního postupu, nikoliv na běh stroje [17].

Výhody metody MOST [17], [18]

- Využití již ve fázi plánování – časy se vypočtou ještě před zahájením výroby.
- Tento systém umožňuje identifikovat produktivní a neproduktivní časy. Za neproduktivní časy jsou označovány veškeré pohyby těla. Tyto pohyby jsou popsány parametry A a B. Za produktivní časy jsou považovány ostatní zbylé činnosti.
- Analytik musí znát pouze tři základní sekvenční modely (obecné přemístění, řízené přemístění, použití nástroje) a jejich dílčí aktivity.
- Předdefinované sekvenční modely jsou však předtištěny na papírový arch a analytik pouze doplňuje hodnoty indexů.
- Analytik vyprodukuje podstatně vyšší počet časových jednotek TMU za jednu hodinu práce oproti systému MTM, viz kapitola 1.3.4.
- Nízká spotřeba dokumentace, viz kapitola 1.3.4.

Nevýhody metody MOST [18], [19]

- Pracovníci provádějící časovou analýzu musí být proškoleni, aby nevznikaly chybné výsledky,
- Oproti metodě MTM nerozkládá základní pohyby do úplných detailů, ale využívá předdefinované sekvence, ve kterých jsou pohyby spojeny.

1.3.3.1 Sekvenční modely Basic MOST

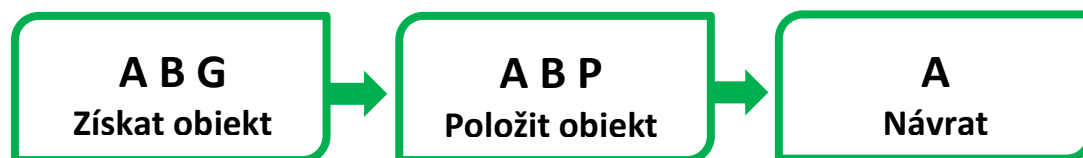
Budou popsány pouze tři základní sekvence činností, které patří mezi nejdůležitější.

1. Obecné přemístění [10], [18]

Obecné přemístění se zabývá prostorovým přemístěním jednoho nebo více objektů. Využívá se ruční manipulace, kdy se objekt přemísťuje pouze volně vzduchem z jednoho místa na druhé. Pro popis sekvenčního modelu obecného přemístění jsou potřebné tyto následující čtyři sub-aktivity:

- **A – Akce na určitou vzdálenost** (action distance) – tento parametr se používá k analýze všech pohybů, které jsou vykonávány v horizontálním směru. Zpravidla označuje vzdálenost ruky nebo těla pro dosažení objektu. Jedná se o ohyby prstů, rukou nebo nohou.
- **B – Pohyb těla** (body motion) – tento parametr se používá k analýze pohybů, které jsou vykonávány ve vertikálním směru. Udává míru pohybu těla během konkrétní akce. Jedná se o pohyby při sednutí, sehnutí nebo při překonání překážky.
- **G – Získání kontroly** (gain control) – parametr udává stupeň obtížnosti při získávání kontroly nad určitým objektem. Jedná se například o uchopení lehkého nebo těžkého objektu, nebo získání blokováného předmětu.
- **P – Umístění** (placement) – posledním parametrem je pohyb, který se vykonává vždy na konci sekvence. Popisuje způsob, jakým je objekt umístěn. Zpravidla se jedná o odložení, umístění nebo uložení objektu.

Tyto uvedené sub-aktivity jsou nadefinovány a uspořádány tak, aby vytvořily sekvenční model obecného přemístění, viz Obrázek 5.



Obrázek 5: Sekvenční model - Obecné přemístění – vlastní tvorba [10], [17]

První fáze, označovaná jako „Získat objekt“, popisuje akci k získání objektu a následně i kontroly nad objektem, pokud je to nutné využívá se pohyb těla. Druhá fáze v sekvenčním modelu, označovaná jako „Položit objekt“, popisuje akci k přesunutí objektu na jiné místo. Poslední fáze, označovaná jako „Návrat“, udává vzdálenost pro návrat na pracovní místo po umístění objektu.

Každá sub-aktivita má podle příslušného indexu přiřazený předem stanovený čas, označovaný jako časová jednotka TMU. Pokud například budeme chtít získat konkrétní objekt, velikost TMU bude závislá na vzdálenosti daného objektu. Pro ostatní části sekvenčního modelu je princip obdobný. Rozdíly mezi jednotlivými indexy jsou uvedeny na data kartě obecného přemístění, viz Obrázek 6.

Obecné Přemístění						Akce na určitou vzdálenost Dopřikové A					
index x10	ABG Získat	ABP Položit	A Návrat			index x10	Index	Kroky	Vzdálen (ft)	Vzdálen (m)	
0	Akce na určitou vzdálenost	A	Pohyb těla	B	Získání kontroly	G					
0	≤ 2 in. (5 cm)		Žádný pohyb těla		Bez získání kontroly Držet	P	0	24	11-15	38	12
1	Na dosah				Uchopit lehký objekt Uchopit lehký objekt Simo		1	32	16-20	50	15
1					Odložit Volné tolerance		1	42	21-26	65	20
3	1 – 2 kroky		Sednout bez ustavení Vstát bez ustavení Sehnout se a napřímít 50 %		Získat Ne-simo Získat těžký/objemný Získat neviděný Získat blokovaný Promíchaný Rozpojit,Shromáždit		3	54	27-33	83	25
3					Volné tolerance při nevidění Umístit s ustavneim Umístit s lehkým tlakem Umístit s dvojm umístěním		3	67	34-40	100	30
3							3	81	41-49	123	38
6	3 – 4 kroky		Sehnout se a napřímít				6	96	50-57	143	44
6					Uložit s péčí Uložit s pfeností Uložit neviděný Uložit blokovaný Uložit velkým tlakem Uložit s mezípolyby		6	113	58-67	168	51
6							6	131	68-78	195	59
10	5 – 7 kroků		Sednout Vstát				10	152	79-90	225	69
10							10	173	91-102	255	78
10							10	196	103-115	288	88
16	8 – 10 kroků		Sehnout se a sednout, Vylézt nahoru, Slézt dolů, Vstát a sehnout se, Dvěřmi				16	220	116-128	320	98
16							16	245	129-142	355	108
16							16	270	143-158	395	120
16							16	300	159-174	435	133
16							16	330	175-191	478	146

Obrázek 6: Data karta - Obecné přemístění [17]

Příklad: Pracovník ujde 4 kroky, následně ze stolu uchopí lehký box a odloží ho na váhu, která je vzdálená 3 kroky od stolu. Pracovník se poté vrátí 7 kroků na své pracoviště.

Řešení:

- a) Určení sekvenčního model:

A B G A B P A

- b) Určení velikosti jednotlivých sub-aktivit podle příslušného indexu:

A₆ – pracovník ujde 4 kroky (z pracoviště ke stolu)

B₀ – pro získání boxu se nemusí ohýbat

G₁ – uchopení lehkého objektu (boxu)

A₆ – pracovník ujde 3 kroky (od stolu k váze)

B₀ – při pokládání boxu se nemusí ohýbat

P₁ – pracovník odkládá box volně

A₁₀ – pracovník se vrací 7 kroků zpět na své původní pracoviště

- c) Součet velikosti TMU a vynásobení hodnotou 10:

A₆ B₀ G₁ A₆ B₀ P₁ A₁₀

$$6 + 0 + 1 + 6 + 0 + 1 + 10 = 24 \cdot 10 = 240 \text{ TMU}$$

- d) Přepočet na jednotky času:

$$240 \cdot 0,036 = 8,64 \text{ sekund}$$

2. Řízené přemístění [10], [18]

Sekvenční model řízeného přemístění popisuje ruční posunutí objektu po určité dráze. To znamená, že objekt je během přemísťování v kontaktu s jiným povrchem nebo je připojený k jinému objektu. Podobně jako u modelu obecného přemístění má model řízeného přemístění pevně danou sekvenci svých sub-aktivit, které jsou identifikovány následujícími kroky:

- **A – Akce na určitou vzdálenost** (action distance)
- **B – Pohyb těla** (body motion)
- **G – Získání kontroly** (gain control)
- **M – Přesun řízený** (move controlled) – tento parametr se používá k analýze všech manuálně řízených pohybů nebo akcí objektu po určité dráze. Jedná se o pohyby tlačení, tažení a otáčení.
- **X – Procesní čas** (process time) – parametr se používá pro určení času práce, která je řízená elektronickými nebo mechanickými zařízeními nebo stroji. Jedná se tedy o strojní čas, kdy stroj samovolně pracuje bez potřeby zásahu člověka.
- **I – Vyrovnání** (alignment) – parametr vyrovnání se vztahuje k manuální činnosti, která se vykonává až po řízeném přemístění nebo na konci procesního času za účelem vyrovnání objektů do správné polohy.

Jelikož sub-aktivity A, B a G jsou stejné jako u modelu obecného přemístění, nebudou již detailně popisovány.

Uvedené sub-aktivity jsou následně uspořádány tak, aby vytvořily sekvenční model řízeného přemístění, viz Obrázek 7.



Obrázek 7: Sekvenční model - Řízené přemístění - vlastní tvorba [10], [17]

První fáze „Získat objekt“ a poslední fáze „Návrat“ mají stejné parametry, které se nacházejí i v modelu obecného přemístění, proto popisují stejné sub-aktivity. Hlavní rozdíl spočívá ve druhé fázi sekvenčního modelu, označovaná jako „Přemístit/spustit“. Tato fáze vyjadřuje buď přesun objektu po určité dráze (tlačit, táhnout, točit), nebo spuštění ovládacího zařízení. Rozdíly mezi jednotlivými indexy jsou uvedeny na data kartě řízeného přemístění, viz Obrázek 8 a Obrázek 9.

		ABG	MXI	A	Řízené Přemístění					
		Získat	Přemístit/Spustit	Návrat						
index x10	M			X			I	index x10		
	Přesun řízený			Procesní čas			Vyrovnaní			
		Tlačit / Táhnout / Otáčet		sekundy minuty hodiny						
0	žádná činnost		žádná činnost	žádný procesní čas			žádné vyrovnaní	0		
1	Tlačit/Táhnout/Otáčet≤12in.(30cm) Tlačit tlačítko Tlačit nebo táhnout přepínač Otáčet otočným knoflíkem			0,5 sec.	0,01 min.	0,0001 hr.	vyrovnaní na 1 bod	1		
3	Tlačit/Táhnout/Otáčet>12in.(30cm) Tlačit/Táhnout s odporem Usadit Uvolnit Tlačit/Táhnout se zvýš.kontrolou Tlačit/Táhnout 2 etapy ≤12in.(30cm) Tlačit/Táhnout 2 etapy ≤60cm součet		1 otáčka	1,5 sec.	0,02 min.	0,0004 hr.	vyrovnaní na 2 body ≤ 4 in. (10 cm)	3		
6	Tlačit/Táhnout 2 etapy>12in.(30cm) Tlačit/Táhnout 2 etapy>60cm součet Tlačit s 1-2 kroky		2 – 3 otáčky	2,5 sec.	0,04 min.	0,0007 hr.	vyrovnaní na 2 body > 4 in. (10 cm)	6		
10	Tlačit/Táhnout 3 – 4 etapy Tlačit s 3 – 5 kroky		4 – 6 otáček	4,5 sec.	0,07 min.	0,0012 hr.		10		
16	Tlačit s 6 – 9 kroky		7 – 11 otáček	7,0 sec.	0,11 min.	0,0019 hr.	vyrovnaní s přesností	16		

Obrázek 8: Data karta - Řízené přemístění I. [17]

Procesní čas Doplňkové hodnoty				Tlačit/ Táhnout		Vyrovnání strojního nástroje	
Index	Sek	Mín	Hod	Doplňkové hodnoty		Index	Vyrovnání na
24	9,5	0,16	0,0027	Index	Kroky	3	Obrobek
32	13,0	0,21	0,0036	24	10-13	6	Rysku na stupnici
42	17,0	0,28	0,0047	32	14-17	10	Stupnici indikátoru
54	21,5	0,36	0,0060	42	18-22	Vyrovnání Netypických předmětů	
67	26,0	0,44	0,0073	54	23-28	Index	Vyrovnání na
81	31,5	0,52	0,0088	67	29-34	0	Proti zarážece (-kám)
96	37,0	0,62	0,0104	Točit		3	1 vyrovnání k zarážce
113	43,5	0,72	0,0121	Doplňkové hodnoty		6	2 vyrovnání k zarážce (-kám) 1 vyrovnání ke 2 zarážkám
131	50,5	0,84	0,0141	Index	Otáčky	10	3 vyrovnání k zarážce (-kám) 2-3 vyrovnání na linku
152	58,0	0,97	0,0162	24	12-16	Charakteristiky atypických předmětů	
173	66,0	1,10	0,0184	32	17-21	plochy, velký, tenký, ostrý, obtížně manipulovatelný	
196	74,5	1,24	0,0207	42	22-28		
220	83,5	1,39	0,0232	54	29-36		
245	92,5	1,54	0,0257				
270	102,0	1,70	0,0284				
300	113,0	1,88	0,0314				
330	124,0	2,06	0,0344				

Obrázek 9: Data karta - Řízené přemístění II. [17]

Příklad: Pracovník ujde 3 kroky ke stroji, kde zmáčkne tlačítko. Stroj vykoná činnost trvající 7 sekund. Po ukončení činnosti stroje se pracovník vrátí zpět 3 kroky na své původní pracoviště.

Řešení:

a) Určení sekvenčního model:

A B G M X I A

b) Určení velikosti jednotlivých sub-aktivit podle příslušného indexu:

A₆ – pracovník ujde 3 kroky (z pracoviště ke stroji)

B₀ – není nutné se ohýbat

G₁ – pracovník uchopí lehký objekt (tlačítko)

M₁ – pracovník zmáčkne tlačítko

X₁₆ – čas stroje trvající 7 sekund

I₀ – žádné vyrovnání

A₆ – pracovník se vrací 3 kroky zpět na své původní pracoviště

c) Součet velikosti TMU a vynásobení hodnotou 10:

A₆ B₀ G₁ M₁ X₁₆ I₀ A₆

$6 + 0 + 1 + 1 + 16 + 0 + 6 = 30 \cdot 10 = 300$ TMU

d) Přepočítání na jednotky času:

$$300 \text{ TMU} \cdot 0,036 = 10,8 \text{ sekund}$$

3. Použití nástroje [10], [17], [18]

Manuální práce není vždy prováděna pouze rukama. V průmyslu se sice objevila značná mechanizace, ale velká část práce stále zůstává v ruce pracovníka. S ohledem na to, že je žádoucí, aby technika MOST byla použitelná pro veškerou manuální práci. A vzhledem k tomu, že analýza častého používání určitých nástrojů prostřednictvím sérií obecných a řízených přemístění by trvala příliš dlouho, byl vyvinut třetí model použití nástroje. Jak již bylo uvedeno, tento model je kombinací obecného a řízeného přemístění a aktivit, které jsou spojené s používáním určitého nástroje. V některých případech se místo nástroje využívají mentální procesy, jako je vizuální kontrola nebo čtení.

Model použití nástroje využívá celkem pět sub-aktivit, z toho A, B, G a P jsou stejné jako u výše popsaných modelů, proto již nebudou detailně popisovány.

Prázdný prostor v modelu, označený jako „Použití nástroj“, je určen pro vložení jednoho z následujících parametrů. Jedná se o:

- **F – Utáhnout** (fasten) – parametr ručního nebo mechanického namontování jednoho objektu k druhému pomocí prstů, ruky nebo ručního nástroje.
- **L – Uvolnit** (loosen) – pro ruční nebo mechanickou demontáž objektů pomocí prstů, ruky nebo ručního nástroje.
- **C – Dělit** (cut) – používá se k oddělení, rozdělení nebo odstranění části předmětu pomocí ručního nástroje s ostrými hranami, jako jsou nůžky, nůž nebo kleště.
- **S – Povrchová úprava** (surface treat) – používá se pro odstranění nežádoucího materiálu z povrchu předmětu nebo pro aplikování jiné látky na povrch předmětu.
- **M – Měření** (measure) – zahrnuje akce pro stanovení určité fyzikální charakteristiky objektu pomocí standardního měřicího zařízení.
- **R – Zaznamenávání** (record) – pro manuální úkoly prováděné perem, tužkou, nebo jiným popisovacím nástrojem za účelem zaznamenávání údajů.
- **T – Myšlení** (think) – tento parametr se vztahuje převážně k očním a mentálním aktivitám, které se používají k získávání informací pomocí čtení, nebo ke kontrole objektu za pomoci očí nebo prstů.

Sub-aktivity jsou následně uspořádány tak, aby vytvořily sekvenční model použití nástroje, viz Obrázek 10.



Obrázek 10: Sekvenční model - Použití nástroje - vlastní tvorba [10], [17]

Rozdíly mezi jednotlivými indexy jsou uvedeny na data kartě použití nástroje, viz Obrázek 11 a Obrázek 12.

Použití nástroje												Umístění nástroje P		
ABG Získat nástroj		ABP Položit nástroj		* Použit nástroj		ABP Položit nástroj		A Návrat		F Utáhnout nebo Uvolnit L		Nástroj	Index	
index x10	Činnost prstů	Činnost zápěstí					Činnost paže					Činnost nástroje	Index	
		Rolování	Otočení	Rázy	Točení	Klepnutí	Otočení		Rázy	Točení	Úder			Průměr šroubu
		Prsty, šroubovák	ruka, šroubovák, ráčna, T-klíč	klíč na matice, Allen klíč	klíč na matice, Allen klíč, ráčna	ruka, kladivo	ráčna	T-klíč oboustranný	klíč na matice, Allen klíč	klíč na matice, Allen klíč, ráčna	ruka, kladivo			
1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	
3	2	1	1	1	3	1	-	1	-	1	1/2" (6mm)	3		
6	3	3	2	3	6	2	1	-	1	3	1" (25mm)	6		
10	8	5	3	5	10	4	-	2	2	5		10		
16	16	9	5	8	16	6	3	3	3	8		16		
24	25	13	8	11	23	9	6	4	5	12		24		
32	35	17	10	15	30	12	8	6	6	16		32		
42	47	23	13	20	39	15	11	8	8	21		42		
54	61	29	17	25	50	20	15	10	11	27		54		

Obrázek 11: Data karta - Použití nástroje I. [17]

Použití nástroje																											
ABG Získat nástroj		ABP Položit nástroj		* Použit nástroj		ABP Položit nástroj stranou		A Návrat		C Dělit				S Povrchová úprava		M Měření		R Zaznamenání		T Myšlení							
index x10	Kroutit / Ohnout		Odštipnout	Ustříhnout	Řezat	Čistit vzduchem	Čistit kartáčem	Otřít	Měřit	Psát	Značit	Kontrolovat	Čist	Povrchová úprava		Měření		Zaznamenání		Myšlení							
	kleště		nůžky	nůž	Získat Nesimo	kartáč	hadřík	měřicí pomůcky	tužka	značkováč	oči, prsty	oči	zrnky, samostat. slova	slovní text	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text
	stisk	1	-	-	-	-	-	-	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova
1	stisk	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	3	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text
3		měkký	2	1	-	-	1/2			2	-	3	3	8	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text
6	kroutit, ohnout smyčku	střední	4	-	Místo 1 drát, bod	1 malý objekt	-			4	1	5	6	15	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text
10		tvrdý	7	3	-	-	1			6	-	9	12	24	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text
16	ohnout - závlačka		11	4	3	2	2			9	2	12	16	38	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text
24			15	6	4	3	-			13	3	17	24	54	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text
32			20	9	7	5	5			18	4	24	32	72	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text
42			27	11	10	7	7			23	5	31	42	94	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text
54			33							29	7	40	54	119	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	zrnky, samostat. slova	slovní text

Obrázek 12: Data karta - Použití nástroje II. [17]

Příklad: Pracovník vezme štětec s lepidlem a natře povrch boxu (0,1m²), aby následně mohl přilepit etiketu. Po vykonání činnosti štětec odloží. – už asi OK

Řešení:

- a) Určení sekvenčního model:

A B G A B P * A B P A

b) Určení velikosti jednotlivých sub-aktivit podle příslušného indexu:

A₁ – pracovník vezme štětec s lepidlem umístěný na dosah

B₀ – při získávání se není nutné ohýbat

G₁ – pracovník uchopí lehký objekt

A₁ – umístění štětce na etiketu

B₀ – při pokládání se není nutné ohýbat

P₁ – umístění nástroje povrchové úpravy

S₁₀ – z data karty volíme povrchovou úpravu – otřít

A₁ – odložit štětec na dosah

B₀ – není nutné se ohýbat

P₁ – umístění štětce – volné tolerance

A₀ – pracovník se nikam nevrací

c) Součet velikosti TMU, vynásobení hodnotou 10:

A₁ B₀ G₁ A₁ B₀ P₁ S₁₀ A₁ B₀ P₁ A₀

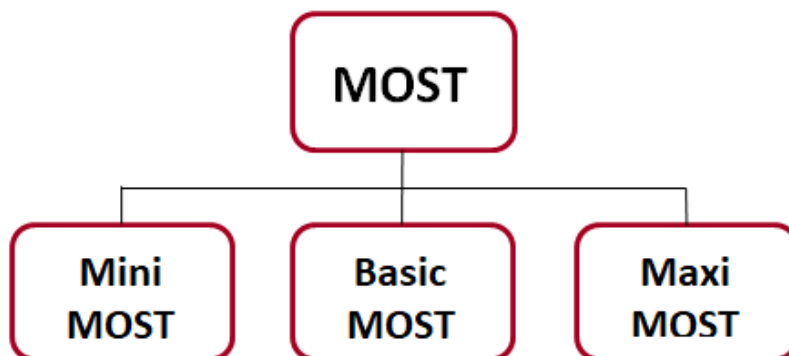
$1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 1 + 10 + 1 + 0 + 1 + 0 = 16 \cdot 10 = 160 \text{ TMU}$

d) Přepočítání na jednotky času:

$160 \text{ TMU} \cdot 0,036 = 5,76 \text{ sekund}$

1.3.3.2 Rodina metody MOST

V této podkapitole bude popsána rodinná hierarchie metody MOST. K základní metodě Basic MOST byly vyvinuty i další metody, které jsou určeny pro konkrétní použití. Jedná se o metody Mini MOST a Maxi MOST, viz následující obrázek [12].



Obrázek 13: Rodina metody MOST - vlastní tvorba [10], [18]

a) Mini MOST

Mini MOST je nejpřesnější analýza na velmi podrobné úrovni ze všech ostatních metod. Tato úroveň podrobnosti a přesnosti je nutná pro analýzu činností, které se mohou opakovat shodně více než 1500 krát za týden a jejich cyklické časy trvají méně než 2 minuty. Délka trvání jednotlivých operací je velmi krátká (2 – 10 s). Obecně se dá říci, že tato metoda se uplatňuje pro kratší operace, které jsou identické a často opakované [17], [18].

Metoda Mini MOST obsahuje dva sekvenční modely [4], [10]:

- **Obecné přemístění** (ABG ABP A)
- **Řízené přemístění** (ABG MXI A)

Tyto sekvenční modely jsou zcela identické jako první dva základní sekvenční modely metody Basic MOST. Rozdíl je ovšem v tom, že časová hodnota se vypočítá tak, že se sečtou hodnoty všech indexů a tento součet se vynásobí číslem jedna. To znamená, že pokud součet indexů je například 12, tak hodnota jednotky času TMU je také 12 [4].

Metoda Mini MOST poskytuje podrobnou analýzu vysoce opakujících se činností například: malá montáž nebo balení drobných předmětů. Všechny vzdálenosti pro dosažení a přesunutí operace by měly být menší než 25 cm. Z tohoto důvodu Mini MOST nebyl navržen pro analýzu činností, při kterých vzdálenost překračuje dva kroky, nebo když hmotnost na ruku přesahuje 5 kg. Pokud nastane tato situace, je vhodné použít metodu Basic MOST [18].

Pro zanalyzování jedné hodiny měřené práce je potřeba až 25 hodin práce analytické [4].

b) Basic MOST

Nejčastěji používanou verzí rodiny MOST je právě Basic MOST. Na středně pokročilé úrovni by měly být analyzovány operace, které budou vykonávány více jak 150 krát, ale méně než 1500 krát za týden. Operace v této kategorii může trvat v rozmezí 10 sekund, až do 10 minut. Vzdálenosti jsou obvykle analyzovány v dosahu až 10 kroků. Celková časová hodnota v TMU se vypočítá tak, že se sečtou hodnoty všech indexů a tento součet se vynásobí hodnotou deset [17], [18].

V Basic MOST jsou pro popisování ruční práce zapotřebí tři základní sekvence činností a jedna sekvence činností pro měření pohybu objektů s ručními jeřáby. Tento model je v praxi nejméně používaný [4], [18].

Sekvenční modely Basic MOST [17], [18]:

- **Obecné přemístění** (ABG ABP A) – používá se pro přemístování objektů volně vzduchem,
- **Řízené přemístění** (ABG MXI A) – pro přemístování objektu, který během pohybu zůstává v kontaktu s povrchem nebo je při pohybu připojen k jinému předmětu,
- **Použití nástroje** (ABG ABP * ABP A) – model se používá při použití běžných ručních nástrojů,

- **Model ručního jeřábu** (ATK FVL VPT A) – pro pohyb objektů za pomoci ručně vedeného jeřábu pro manipulaci s těžkými předměty. Tento model nebude již více rozepisovaný.

Metoda je praktická a dodatečně podrobná k tomu, aby mohla být použita jako instrukce k obsluze. Používá se pro většinu běžných činností [18].

Pro zanalyzování jedné hodiny měřené práce je potřeba až 10 hodin práce analytické [17].

Existuje ještě další verze Basic MOST, která se nazývá Admin MOST. Tento typ byl vytvořen pro administrativní práci v jakémkoli odvětví, včetně průmyslu s vysoce administrativní úrovní [18].

c) **Maxi MOST**

Maxi MOST je metoda na nejvyšší úrovni. Používá se k analýze dlouhých a neopakovatelných operací, které se budou provádět méně než 150 krát za týden. Operace v této kategorii může trvat v rozmezí 2 minut až po několik hodin. Vzdálenosti jsou analyzovány jako chůze dvou nebo více kroků mezi pracovními místy. Důraz není kladen na detailnost [18].

Metoda Maxi MOST obsahuje pět sekvenčních modelů [4], [10]:

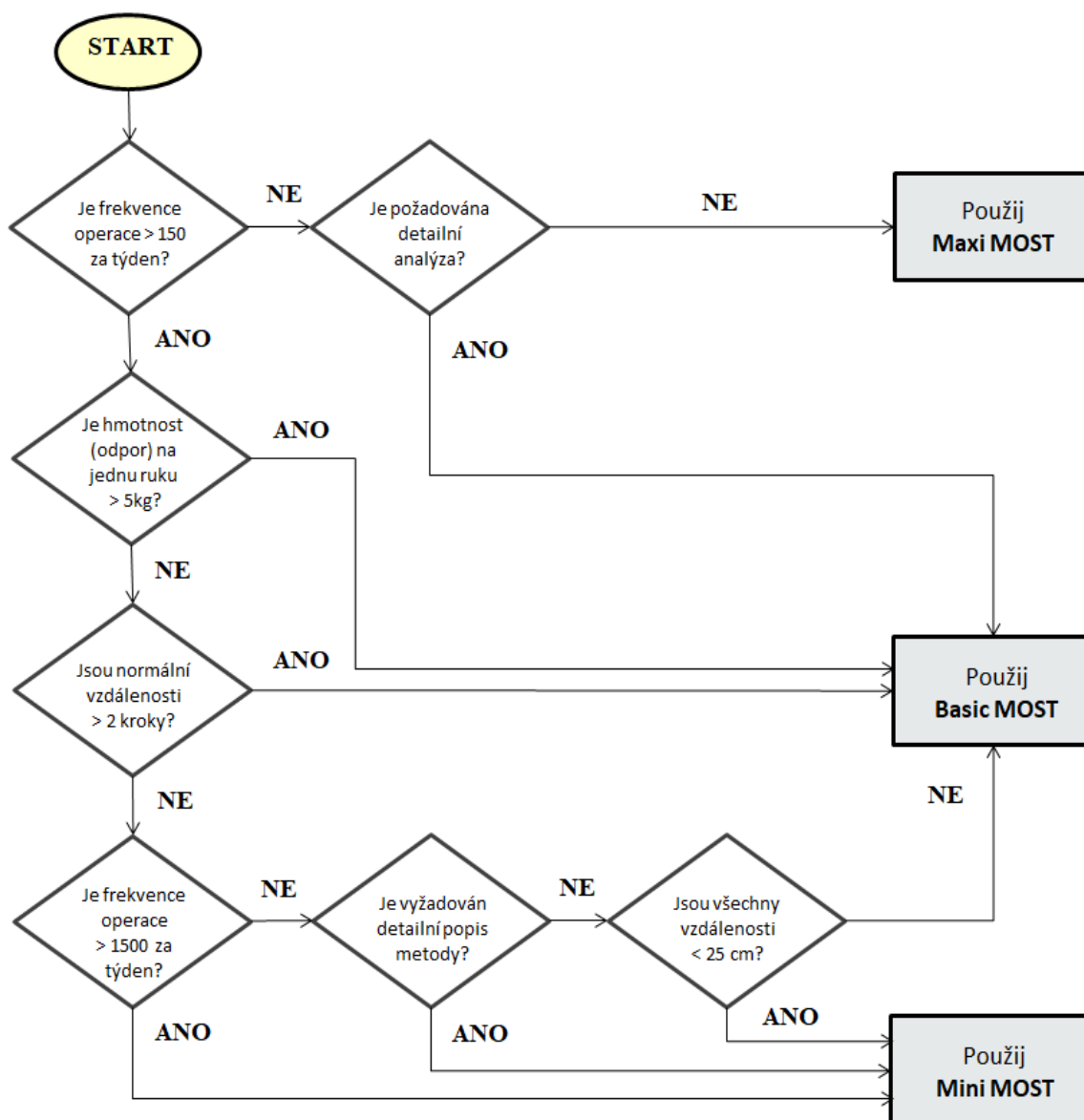
- Manipulace s objektem (ABP)
- Použití nástroje (ABT)
- Strojní obsluha (ABM)
- Přeprava jeřábem (ATK TPT A)
- Přeprava silničním vozidlem – kamion (AST LTL TA)

Oproti metodě Basic MOST se celková časová hodnota vypočítá tak, že se sečtou všechny hodnoty indexů a tento součet se vynásobí číslem sto [4].

Maxi MOST se používá pro delší aktivity, jako jsou nastavení, údržba, přestavba strojních zařízení, manipulace s materiálem, těžké montáže a práce v dílnách [18].

Pro zanalyzování jedné hodiny měřené práce je potřeba 3 až 5 hodin práce analytické [17].

Pokud analyzovaná aktivita jednoznačně neodpovídá směrnicím pro výběr konkrétní verze, nebo jen pro usnadnění rozhodování, lze použít schéma na následujícím obrázku [17].




Obrázek 14: Schéma pro výběr vhodné metody MOST - vlastní tvorba [18]

1.3.3.3 Standardní formulář pro kalkulaci spotřeby času

Standardní formulář pro systém MOST obsahuje tyto hlavní části [19]:

- **Hlavička** – uvádí se informace ohledně počtu listů, číslo konkrétního listu, dále název výrobku, číslo a název operace, označení linky, poznámky (datum, podmínky pro vykonání operace aj.) a popřípadě TMU z předcházejícího listu,
- **Popis operace** – do každého řádku může být zapsána pouze činnost, která může být analyzována jedním sekvenčním modelem,
- **Sekvenční model** – podle vykonávané operace je nutné určit správný sekvenční model. Na výběr jsou modely: Obecní přemístění; Řízení přemístění; Použití nástroje),

- **Časová hodnota** – Stanovení frekvence a jednotek času TMU pro každou operaci samostatně,
- **Celková spotřeba času** – výpočet celkové časové hodnoty v TMU, v sekundách a popřípadě v minutách.

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		BasicMOST						Počet listů:				
								List číslo:				
Název výrobku:				Název operace:								
Číslo operace:				Označení linky:								
Poznámky:								TMU z předcházejícího listu:				
Čís.	Popis operace			Sekvenční model						Frekvence	TMU	
				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
				A	B	G	A	B	P	A		
Celková spotřeba času:				minut			sekund			TMU		

Obrázek 15: Formulář Basic MOST [17]

1.3.3.4 Časové jednotky

Základní časovou jednotkou měření je stejně jako u metody MTM jednotka TMU. Platí, že jedna jednotka TMU představuje jednu sto tisícinu hodiny tj. **1 TMU = 0,00001 hodiny = 0,0006 minuty = 0,036 sekundy**. Celková časová hodnota v TMU se pro každý sekvenční model vypočítá tak, že se sečtou hodnoty všech indexů a tento součet se vynásobí hodnotou deset. Tento postup platí pouze pro systém Basic MOST. Časové hodnoty mohou být ponechány v jednotkách TMU nebo převedeny na hodiny, minuty nebo sekundy [18], [19].

Příklady výpočtu časové hodnoty TMU [18]:

a) Obecné přemístění

Sekvenční model: $A_3 B_6 G_0 A_1 B_0 P_3 A_0$
 Součet hodnot indexů: $3 + 6 + 0 + 1 + 0 + 3 + 0 = 13$
 Vynásobení 10: $13 \cdot 10 = 130 \text{ TMU} = 0,078 \text{ min} = 4,7 \text{ sekund}$

b) Řízení přemístění

Sekvenční model: $A_1 B_0 G_1 M_1 X_6 I_0 A_0$
 Součet hodnot indexů: $1 + 0 + 1 + 1 + 6 + 0 + 0 = 9$
 Vynásobení 10: $9 \cdot 10 = 90 \text{ TMU} = 0,054 \text{ min} = 3,24 \text{ sekund}$

c) Použití nástroje

Sekvenční model: $A_1 B_0 G_1 A_1 B_0 P_3 F_6 A_1 B_0 P_1 A_0$
 Součet hodnot indexů: $1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 3 + 6 + 1 + 0 + 1 + 0 = 14$
 Vynásobení 10: $14 \cdot 10 = 140 \text{ TMU} = 0,084 \text{ min} = 5,04 \text{ sekund}$

Veškeré časové hodnoty, které jsou stanovené pomocí metody MOST, reprezentují rychlost průměrného kvalifikovaného a vyškoleného operátora pracujícího s průměrnou výkonností nebo normálním tempem. Tento čas lze také označit jako stoprocentní výkon. Z tohoto důvodu není nutné výsledné časové hodnoty upravovat. To znamená, že správně stanovená norma času s využitím časové studie MOST, MTM nebo s použitím stoppek poskytne téměř stejné výsledky TMU, pokud jsou však splněna všechna omezení [18].

1.3.4 Porovnání metody MTM a MOST

Pokud chceme porovnávat tyto dvě metody, je nutné se zaměřit na následující hlediska [4], [17]:

- Hledisko detailnosti metody,
- s ohledem na pracnost,
- z pohledu rozsahu dokumentace,
- hlediska potřeby času analytika,
- s ohledem na rozšířenost informací o metodě.

Mezi výhody metody MTM patří zejména vysoká detailnost zápisu pohybů, kdy základní pohyby již nelze dále dělit. Naopak metoda MOST nevyžaduje, aby byly pohyby rozděleny do takových detailů. Ta naopak spojuje základní pohyby, které se vyskytují v předdefinované sekvenci. Z toho je patrné, že pokud se budou analyzovat pracovní pohyby pomocí metody MTM bude to sice detailnější, ale zároveň daleko pracnější a časově náročnější [4], [18].

Z výše uvedených hledisek lze usoudit, že pouze hledisko detailnosti metody je výhodné pro metodu MTM. Ostatní hlediska jsou ve prospěchu systému MOST. Tento systém je navíc snadněji pochopitelný a není náročné se metodu naučit. Další výhodou je vyprodukování podstatně vyššího počtu časových jednotek TMU za jednu hodinu práce analytika. Rozsah dokumentace je také podstatně nižší [4].

Pokud budeme například provádět operaci pro uvedení součásti do vrtacího lisu, metoda MTM může vyžadovat identifikaci až patnácti samostatných základních pohybů s následným přidělením symbolů a časových hodnot každého pohybu z datové karty. Při použití systému MOST bude stejná analýza vyžadovat pouze sedm dílčích aktivit (subaktivit) v jednom sekvenčním modelu. Navíc předdefinované modely jsou předtištěny na papírový arch a analytik pouze doplňuje požadované hodnoty indexů [18].

V následující tabulce je zobrazena spotřeba času analytika, která je u metody MOST podstatně nižší než u systému MTM [17], [18].

Technika měření práce	Celkový počet TMU, které analytik vyprodukuje za 1 hodinu práce
MTM-1	300
MTM-2	1000
MTM-3	3000
Mini MOST	4000
Basic MOST	12000
Maxi MOST	25000

Tabulka 6: Porovnání metody MTM a MOST z hlediska spotřeby času analytika - vlastní tvorba [17]

I z této tabulky je patrné, že rozsah dokumentace je podstatně nižší u metody MOST [4], [17].

Technika měření práce	Celkový počet stran při analýze 3minutové operace
MTM-1	16
MTM-2	10
MTM-3	8
Mini MOST	2
Basic MOST	1
Maxi MOST	0,5

Tabulka 7: Porovnání metody MTM a MOST z hlediska rozsahu dokumentace - vlastní tvorba [17]

1.4 Vybrané metody a nástroje průmyslového inženýrství

V této kapitole jsou popsány vybrané metody a nástroje průmyslového inženýrství.

1.4.1 Lean production

Lean production neboli štíhlá výroba je metodika, která byla vyvinuta v Japonsku po 2. světové válce jako TPS (Toyota Production System). Jedná se o přístup k výrobě, kdy hlavní myšlenkou je uspokojit veškeré požadavky zákazníka tím, že bude docházet k výrobě jen těch výrobků, které zákazník požaduje. Zároveň je důraz kladen na to, aby se produkty vyráběly v co nejkratším čase, s minimálními náklady a bez ztráty kvality produktu. Zároveň je důležité vyrábět produkty správně hned napoprvé, vyrábět je rychleji než konkurence

a to za minimální náklady. Tohoto přístupu dosáhneme, pokud minimalizujeme nebo zcela odstraníme plýtvání formou neustálého zlepšování všech výrobních procesů [25], [27].

1.4.2 Plýtvání

Plýtvání neboli MUDA se nejčastěji používá v souvislosti s metodami řízení, jako jsou Lean Production, Just-in-time, Kaizen aj. Za plýtvání lze označit všechny činnosti, které podniku zvyšují náklady bez toho, aby se zvyšovala hodnota výrobku [5].

Existuje osm druhů plýtvání, které metodika Lean Production odstraňuje [28], [29]:

- **Nadprodukce** – podnik vyrábí produkty, aniž by je zákazník požadoval, tj. výroba na sklad. Tento druh plýtvání nejčastěji vzniká za účelem vyššího využití výrobní kapacity. S nadprodukcí souvisí i zbytečná potřeba skladovacích prostor.
- **Čekání** – doby prostojů, které jsou způsobeny čekáním na materiál, na kontrolu, na následující činnost, čekání při poruše stroje aj.
- **Transport a manipulace** – zbytečné přemísťování a manipulace s produkty nejčastěji vzniká nevhodným uspořádáním výrobní haly nebo skladových prostorů. Z toho důvodů je využívána manipulační technika, která je velmi nákladná.
- **Pohyb** – zbytečný pohyb pracovníků, který nepřidává hodnotu výrobku, tj. zbytečná chůze, nadbytečná manipulace s výrobky, přemísťování krabic aj.
- **Nepotřebné procesy** – zbytečné operace nebo zpracování produktu, které však zákazník nepožaduje a odmítá za to zaplatit.
- **Vysoké zásoby** – velké množství materiálu ve výrobě a na skladě, které nepotřebujeme. S tím souvisí i potřeba dalších skladových prostor, regálů aj.
- **Opravy a přepracování chybných dílů** – špatně opravené výrobky je nutné opravit. Následně je důležité zjistit příčiny chybovosti a provést kontrolní opatření, například použitím poka-yoke.
- **Nevyužití myšlenek** – není využit potenciál a kreativita pracovníků.

1.4.3 Just-in-time (JIT)

Just-in-time je metoda, která se snaží eliminovat plýtvání způsobené především nadvýrobou, držením zásob, nekvalitní výrobou, dopravou a čekáním. Principem metody je to, že materiál je nakupován až v případě potřeby a výrobky jsou vyráběny tehdy, kdy je výroba nebo zákazník požadují. Vyrábí se pouze nezbytné položky v požadované kvalitě, v konkrétním množství a v určitém čase tak, aby čas výroby navazoval na čas přepravy a popřípadě na čas dalšího zpracování výrobku. Zároveň tím dochází k eliminaci pohybu materiálu v podnicích. Výrobní linky jsou navíc uspořádány tak, aby docházelo ke snižování skladovacích a dopravních nákladů [24], [25], [30].

Ideální cíle této metody jsou: plánovat a vyrábět na objednávku, nulová zmetkovitost, eliminace plýtvání, nulové zásoby, žádná manipulace a nulové dodací lhůty [26].

1.4.4 Metoda 5S

Metoda 5S patří mezi základní prvky štíhlého podniku. Štíhlé pracoviště je specifické tím, že se na něm nachází pouze ty předměty, které jsou potřebné pro výrobní činnost. Předměty jsou navíc umístěny na příslušných místech a ve správném množství. Zlepšení však nelze dosáhnout, pokud jsou pracovní prostory neuklizené nebo špinavé. Nevhodné podmínky na pracoviště umožňují rozvoj plýtvání a to například: nadbytečná chůze při vyhnutí se překážce, zpoždění z důvodu kvality nebo poruch strojních zařízení. Současně vznikají i časové ztráty při vyhledávání potřebných předmětů [10], [21].

Hlavním cílem této metody je především minimalizovat plýtvání, snížit chyby a ztráty. Zároveň je důležité zvýšit produktivitu, kvalitu, zlepšit organizaci pracovního prostředí, čistotu na pracovištích a bezpečnost práce. Důležité je stanovit pravidla, které se budou dodržovat. Klíčové je zapojit všechny zaměstnance podniku [20], [21].

Metoda 5S je pojmenovaná podle pěti japonských slov, které začínají na písmeno S, a jsou to [20], [21]:

- **Seiri – rozdělit**

Znamená ponechat na pracovišti pouze potřebné věci, jako jsou nástroje, pomůcky nebo potřebný materiál. Následně se nástroje na pracovišti uspořádají podle důležitosti a četnosti použití. Všechny nepotřebné předměty je nutné z pracoviště odstranit.

- **Seiton – uspořádat**

V následujícím kroku se stanoví umístění potřebných předmětů tak, aby pracoviště bylo uspořádané, přehledné a bezpečné. Po přemístění dojde k označení konkrétních míst předmětů, které jsou potřebné pro výkon práce. Každý předmět musí mít své místo. Nástroje jsou navíc uspořádány podle sledu pracovních operací tak, aby byly ihned po ruce.

- **Seiso – uklidit**

Nástroje a pomůcky musí být po použití vráceny na své místo. Zároveň musí být uloženy tak, aby nedocházelo ke znečištění pracovního místa. Hlavním smyslem je pravidelný úklid pracoviště a odstranění zdrojů znečištění, jako je prach, mastnota nebo smetí. Zásadou je udržet pracoviště v čistotě.

- **Seiketsu – standardizovat**

Hlavním smyslem je vytvořit a nastavit standard, který se bude dodržovat. Ten současně povede k dodržování 3S zmíněných výše – rozdělit, uspořádat a uklidit. Je nutné, aby každý pracovník znal svou roli v pracovním procesu a zároveň aby spolupracoval v rámci ostatních pracovišť.

- **Shitsuke – dodržovat**

Cílem je, aby pracovníci zavedený standard zcela automaticky dodržovali. Je důležité, aby se dodržovala čistota a pořádek na pracovištích. Z toho důvodu, se využívají náhodné kontroly managementu nebo dokonce motivace na základě odměňování nejlepších pracovníků.

1.4.5 Vizualní management

Vizualizace slouží k poskytování informací viditelným a zřejmým způsobem. Vizualní management tak pomáhá zvýšit přehlednost na pracovišti, výrobním nebo kancelářským. Důležitá místa jsou na pracovišti označena pomocí různých barev. Například zelená barva značí, že jsou výrobky v pořádku. Červená barva, že jsou výrobky nevhodné. Žlutá barva může vyzývat k překontrolování výrobků. Dále se označují rohy pracoviště, polohy regálů, boxy s materiály, umístění nástrojů vyznačením jejich obrysů nebo se dokonce znázorňují uličky. Tím se zvyšuje přehlednost pracovních míst a je na první pohled zřejmé, zda jsou předměty na svém místě. Vizualní management je důležitým prostředkem v průmyslové praxi, protože pomáhá ke snadnější orientaci na pracovišti. Za vizualní management se dají považovat i veškeré dopravní značky [20], [21].

1.4.6 Brainstorming

Brainstorming je skupinová kreativní metoda. Cílem je vygenerovat co nejvíce nápadů na předem zvolené téma a následně určit tu nejlepší variantu řešení. Diskuze probíhá mezi experty různého zaměření. Cílem je podnítit tvůrčí myšlení, protože lidé ve skupině na základě podnětů od ostatních vymyslí více. Použití metody je rozmanité, používá se od řešení problémů až po kreativní nápady. Při brainstormingu platí určité zásady a pravidla, například [22]:

- Zákaz kritiky – neexistuje žádné omezení,
- Uvolnění fantazie – veškeré nápady jsou vítány i bez ohledu na jejich logiku,
- Rovnost účastníků – všichni účastníci diskuze jsou si rovni,
- Vzájemná inspirace – vzájemné povzbuzování povede k novým nápadům,
- Kvantita nápadů – čím více bude vygenerováno nápadů, tím je vyšší pravděpodobnost kvalitního návrhu nového řešení.

Postup metody je následující [23]:

1. Vytvoření brainstormingového kolektivu.
2. Určení moderátora, který bude diskuzi řídit a usměrňovat.
3. Formulace zadání problému.
4. Diskuze o zadaném problému, odpoutání se od stávajícího řešení.
5. Generování nových nápadů.
6. Vyhodnocení vytvořených řešení.
7. Výběr nejvhodnějšího řešení, které je nutné propracovat do podoby, která umožní realizaci navrženého řešení.

2 Charakteristika výrobního systému

V této kapitole bude popsána společnost Lear Corporation s.r.o., která umožnila zpracování této diplomové práce. V první části bude přiblížena historie celé společnosti, dále bude popsána základní charakteristika společnosti v České republice a její pobočky. V dalším úseku bude popsán výrobní závod v Ostrově u Stříbra, portfolio výroby především projektů BMW a zobrazen celkový layout výrobní haly.

2.1 Historie společnosti Lear Corporation s.r.o. [32], [33]

Název společnosti Lear pochází od jejího zakladatele pana Williama Leara (1902 –1978) známého samouka vynálezce, který začal opravovat rozhlasové přijímače ve svém domě ve městě Quincy v průběhu první světové války. Později vynalezl zaměřovač Learscope (rádiové triangulační zařízení), první komerční automobilové rádio a například i první praktický a lehký přijímač majáku pro letadla. Jeho vášeň však zůstala u letectví a jeho úspěch vedl k založení společnosti Lear Jets, první společnosti, která vyráběla soukromá luxusní letadla.

Původním názvem společnosti Lear Corporation byl „American Metal Products“. Takto nazvaná společnost byla založena dne 24. 8. 1917 v Detroitu ve státě Michigan ve Spojených státech. Podnik se v té době zabýval výrobou trubkových, lisovaných a svařovaných součástí nejen pro automobilový, ale také pro letecký průmysl. Vše se odehrávalo v jediné továrně o 18 zaměstnancích. Prvními zákazníky společnosti American Metal Products byly: Ford Motor Company a General Motors Corporation.

Společnost se dále rozvíjela, aby se dokázala přizpůsobit měnícím se potřebám průmyslu a trhu. Během druhé světové války však musela být pozastavena výroba osobních a nákladních automobilů pro osobní účely. V té době se podnik zaměřil na výrobu sedadel a náprav pro nákladní automobily a dílů pro letecký průmysl.

William Lear se chtěl soustředit pouze na letectví, ale nedokázal přesvědčit ostatní v rámci společnosti. Proto prodal svůj zájem o společnost Lear společnosti Siegler Corporation v roce 1962, čímž se stala společnost Lear Siegler, Inc. (LSI). V roce 1966 došlo ke sloučení společnosti American Metal Products a společnosti Lear Siegler, Inc. Tímto sloučením se společnost stala největším nezávislým dodavatelem automobilových sedadel a náprav těžkých nákladních automobilů pod názvem Lear.

V roce 1987 se společnost přejmenovala na Lear Seating Corporation (LCS). O něco později v roce 1994 podnik vstoupil na Newyorskou burzu pod symbolem LEA. V květnu 1996 změnila společnost Lear Seating Corporation svůj název na společnost Lear Corporation, z důvodu širokého záběru výroby. Podnik se tak stává největším výrobcem automobilových sedadel včetně interiérů v prostoru dveřní výplně, vnitřního obložení stěn a elektrických systémů.

V současné době společnost poskytuje kompletní sedadlové a elektrické systémy po celém světě. S tržbami v roce 2016 ve výši 18,6 miliardy dolarů se společnost, dle serveru

Fortune, řadí na 151. pozici v top 500 největších společností světa. Společnost zaměstnává více jak 156 000 zaměstnanců v 257 pobočkách v 38 zemích po celém světě. Centrála společnosti sídlí ve městě Southfield ve státě Michigan.

2.2 O společnosti Lear Corporation Czech Republic s.r.o.

2.2.1 Základní charakteristika společnosti [35]

- **Název společnosti:** Lear Corporation Czech Republic s.r.o.
- **Sídlo společnosti:** Tovární 735/10, Vyškov-Předměstí, 68201 Vyškov
- **Založení společnosti:** září 1998
- **IČO:** 25225227
- **DIČ:** CZ25225227
- **Jednatelé:** Robert Chalders Hooper,
Martin Henningsen.
- **Společníci:** Lear East European Operations – Lucembursko, obchod. podíl: 99,97%
Lear (Luxembourg) – Lucembursko, obchodní podíl 0,03%
- **Základní kapitál:** 70 000 000 Kč



Obrázek 16: Logo společnosti Lear Corporation [31]

První zmínka o společnosti Lear Corporation se v České republice datuje k roku 1998. Od tohoto roku se postupně zakládaly další pobočky až do celkového počtu pět. Lear Corporation Czech republic se zabývá výrobou elektrických a elektronických součástí, kompletací sedadlových systémů a v neposlední řadě vývojem plastových komponent, pěn, potahů a elektroinstalace pro sedadlové systémy. Ve Vyškově se nachází hlavní sídlo společnosti [31], [33].

Základní informace o pobočkách v České Republice [33], [34]:

- **Vyškov**

Od roku 1998 byl výrobní závod ve Vyškově nejdříve součástí nadnárodního koncernu GHW. O šest let později byla firma prodána společnosti Lear Corporation. Tento výrobní závod

se zabývá výrobou převážně elektrických a elektronických součástek a také výrobou pryžových dílů. Ve Vyškově se nachází hlavní sídlo společnosti.

- **Brno**

V Brně je umístěno vývojové centrum, které nejvíce spolupracuje s výrobním závodem ve Vyškově. Výrobnímu závodu poskytuje administrativní a technickou podporu.

- **Kolín**

V Kolíně se nachází montážní závod, který pracuje na principu just in time (JIT). Tento závod byl založen v roce 2004 a od té doby poskytuje dodávku sedadlových systémů převážně do závodu TPCA neboli Toyota, Peugeot, Citroën automobile.

- **Ostrov u Stříbra**

V Ostrově u Stříbra se nachází výrobní závod, který byl založený v roce 2008. Hlavní náplní tohoto výrobního závodu je kompletace sedadlových systémů do luxusních automobilů značek BMW, Audi a Porsche. Jedná se jak o stávající, tak i nové projekty. Detailnější popis bude v kapitole 2.3.1. Podnik v současné době zaměstnává přibližně 850 zaměstnanců.

- **Plzeň – Engineering center**

V Plzni je umístěno vývojové centrum, které spolupracuje s výrobním závodem v Ostrově u Stříbra, kterému poskytuje administrativní a technickou podporu. Engineering center Plzeň dále spolupracuje s evropskou centrálou v Oberdingu/Schwaigu v blízkosti Mnichova. Hlavní náplní je vývoj plastových komponent, potahů, polstrovaného materiálu (pěn) a elektroinstalace do automobilových sedacích systémů.



Obrázek 17: Pobočky společnosti Lear v České republice [31]

2.3 Výrobní závod Ostrov u Stříbra

2.3.1 Portfolio výroby

Jelikož se tato diplomová práce bude zaměřovat na projekt značky BMW, bude popsáno portfolio výroby pouze BMW projektů.

V současné době mezi portfolio výroby značky BMW patří tyto stávající projekty:

1. Projekty F12/F13/F06

- F12 – BMW 6 série Cabrio
- F13 – BMW 6 série Coupe
- F06 – BMW 6 série Gran Coupe

BMW Série Označení projektu - Lear Označení karoserie - BMW	6 série		
	F12 6 Serie Cabrio	F13 6 Serie Coupe	F06 6 Serie Grand Coupe
			

Obrázek 18: Ukázka automobilů pro sedadla F12, F13, F06 [34]



Obrázek 19: Ukázka vyrobených sedadel F12, F13 [34]

2. Projekty F34/F36

- F34 – BMW 3 série Gran Turismo
- F36 – BMW 4 série Gran Coupe

BMW Série	3 serie	4 serie
Označení projektu - Lear	F34	F36
Označení karoserie - BMW	3 Serie Grand Turismo	4 Serie Grand Coupe
		

Obrázek 20: Ukázka automobilů pro sedadla F34, F36 [34]




Obrázek 21: Ukázka vyrobených sedadel F34, F36 [34]

Novými projekty značky BMW jsou:

1. Projekt I15

- I15 – BMW i série I8

BMW Série	i serie
Označení projektu - Lear	i15
Označení karoserie - BMW	i8
	

Obrázek 22: Ukázka automobilu pro sedadla I15 [34]

2. Projekt F87

- F87 – BMW 2 série M2 Coupe



Obrázek 23: Ukázka automobilu pro sedadla F87 [34]



Obrázek 24: Ukázka vyrobeného sedadla F87 [vlastní]

3. Projekt G14/G15/G16

- G14 – BMW 8 série Cabrio
- G15 – BMW 8 série Coupe
- G16 – BMW 8 série Gran Coupe



Obrázek 25: Ukázka automobilu pro sedadla G14/G15/G16 [34]

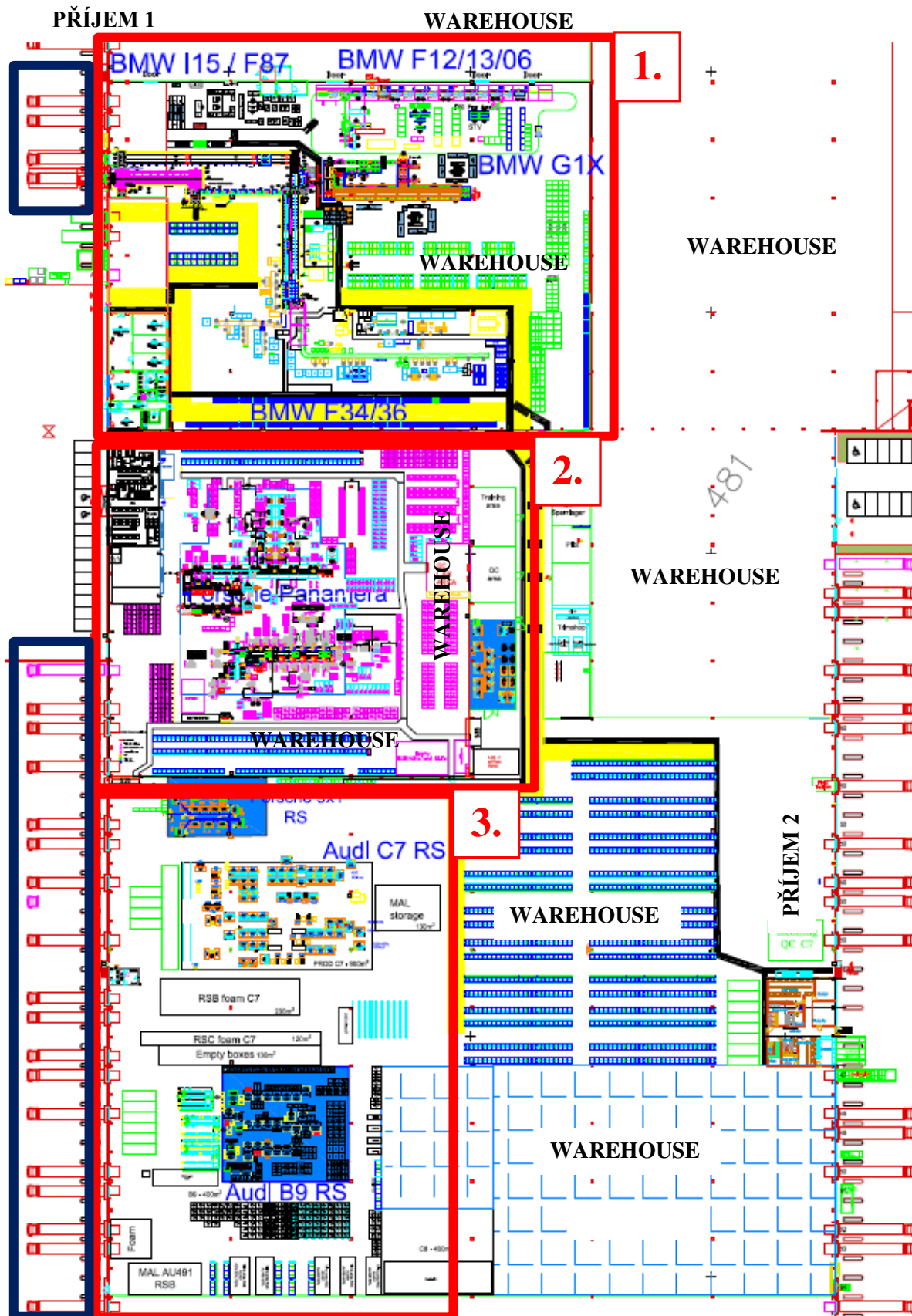


Obrázek 26: Ukázka vyrobeného sedadla G16 [vlastní]

2.3.2 Výrobní hala

Výrobní hala se skládá celkem ze tří zón, které jsou oddělené posuvnými bezpečnostními vraty. V první zóně haly jsou umístěny projekty BMW. Jedná se o stávající projekty s označením F34/F36, F12/F13/F06 a o nové projekty I15, F87, G1X. Ve druhé zóně výrobní haly je umístěný projekt Porsche. Jedná se o stávající projekt Porsche Panamera a o nový projekt Porsche Panamera Sport Turismo. Ve třetí zóně haly je umístěný projekt Audi a Porsche. V tomto případě se jedná o stávající projekty Porsche 9x1, Audi C7, B9 a o nové projekty Porsche 9x2 a Audi E-tron. Tyto nové projekty se budou zakreslovat do současné verze layoutu.

V podniku se nacházejí celkem dva příjmy materiálu. Příjem 1 je umístěn nad zónou číslo 1 a příjem 2 se nachází na druhé straně od zóny číslo 3. Hlavní skladové plochy pro uskladnění materiálu jsou z pohledu layoutu umístěny po pravé straně, vždy podle příslušných projektů značky BMW, Porsche a Audi. Další sklady materiálu jsou umístěny také v blízkosti jednotlivých výrobních linek. V layoutu však nejsou vyznačeny všechny skladové plochy z důvodu špatné viditelnosti jednotlivých skladových ploch. Tmavě modrou barvou jsou označeny rampy pro naložení hotových sedadlových souprav na nákladní automobily. Hotové výrobky jsou ukládány a převáženy ve speciálně upravených boxech.



Obrázek 27: Celkový layout společnosti [34]

3 Analýza současného stavu

V současné době se výroba předních sedadlových souprav projektu F87 uskutečňuje ve výrobní lince společně s projektem I15. V současné době jsou tyto programy v prototypové fázi. Výroba se provádí na jedné lince z důvodu nízkého počtu zakázek u obou projektů. Prvotním požadavkem od zákazníka bylo vyrábět 12 kusů projektu I15 a 12 kusů projektu F87. Z tohoto důvodu se postavila jedna výrobní linka, kdy na ranní směně dochází k výrobě F87 a na odpolední směně k výrobě I15.

Přední sedadlové systémy BMW F87 se vyrábějí v základním rozdělení jako elektrická nebo manuální varianta. Toto základní rozdělení se dále dělí na variantu EU nebo USA. Rozdíl mezi těmito variantami je převážně v tom, že v každé zemi jsou rozdílné požadavky na bezpečnost a proto se montují i jiné bezpečnostní prvky.

V této kapitole bude představena časová náročnost současné výrobní linky s popisem jednotlivých pracovišť a operací na nich prováděných.

3.1 Časová náročnost současné výrobní linky

Graf 1 zobrazuje průměrnou dobu montáže jednoho kusu výrobku, který se vykonává na uvedených pracovištích. Z grafu je patrné, že pracoviště FSA-01 by mohlo být považováno za úzké místo celého systému. A to z toho důvodu, že časová náročnost je několikanásobně vyšší než ostatní naměřené hodnoty. Je důležité zmínit, že na tomto jediném pracovišti se uskutečňuje kompletní montáž celého výrobku. Výrobní linka je tímto stylem postavená, protože takt linky je oproti jiným projektům velmi vysoký. Zároveň dochází k výrobě pouze 12 kusů projektu F87 a 12 kusů projektu I15 denně při dvousměnném provozu.

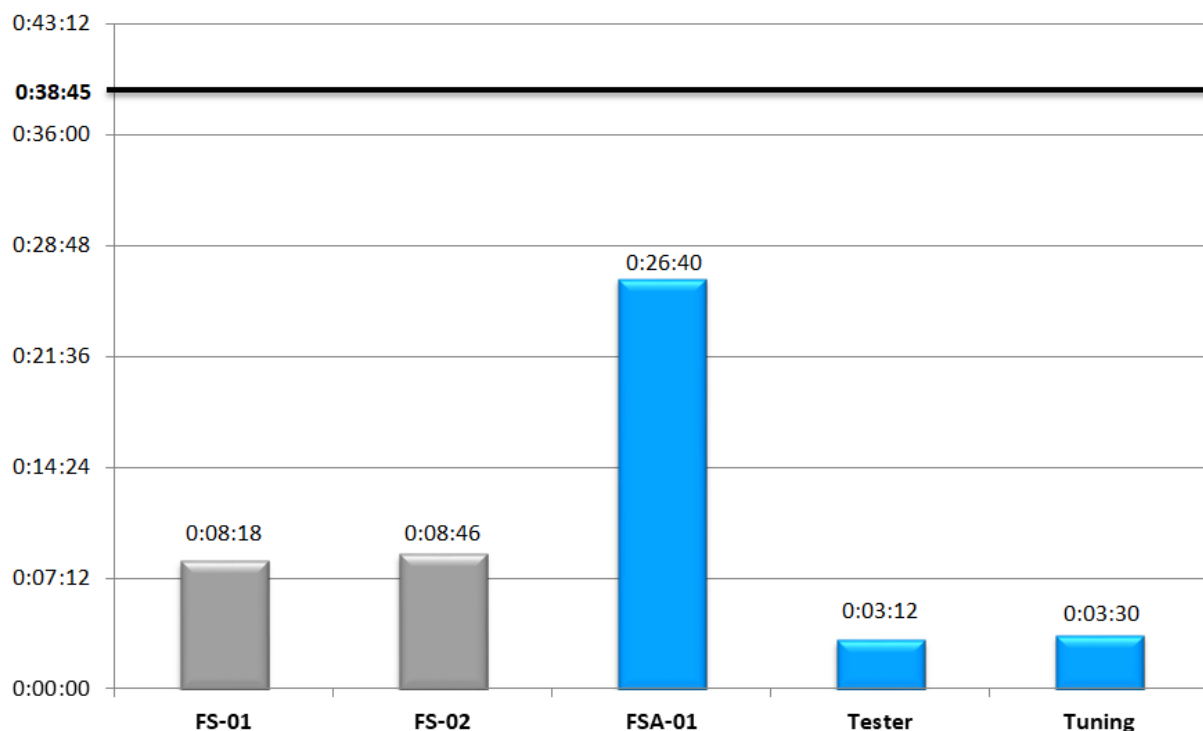
Černou vodorovnou čarou je zobrazen požadovaný takt výrobní linky 2325 sekund na kus, což je 38 minut a 45 sekund. Časy, uvedené v grafu, jsou průměrnou hodnotou pro montáž levé i pravé strany sedadla vykonávané dvěma operátory. Pokud by na pracovišti byl pouze jeden operátor, musí se čas na konkrétním pracovišti vynásobit hodnotou dva.

Pracoviště jsou rozdělena na přípravná, výrobní a kontrolní. Ty, které jsou v Graf 1 zobrazeny šedivou barvou, značí přípravná pracoviště. Modrá barva představuje výrobní a kontrolní pracoviště.

V současné době je na pracovišti FS-01 pouze jeden operátor, proto je celkový výrobní čas levé i pravé strany sedadla na tomto přípravném pracovišti 16 minut a 36 sekund. Ta samá situace je i na pracovišti FS-02, proto je výrobní čas 17 minut a 32 sekund. Pracoviště Tester a Tuning současně obsluhuje jeden operátor. Výrobní čas na pracovišti Tester je 6 minut a 24 sekund, na pracovišti Tuning 7 minut. Pouze na pracovišti FSA-01, 02 jsou dva operátoři, kteří vykonávají kompletní montáž celého výrobku.

Je důležité zmínit, že všichni pracovníci jsou kompletně zaškolení.

Časová náročnost současné linky

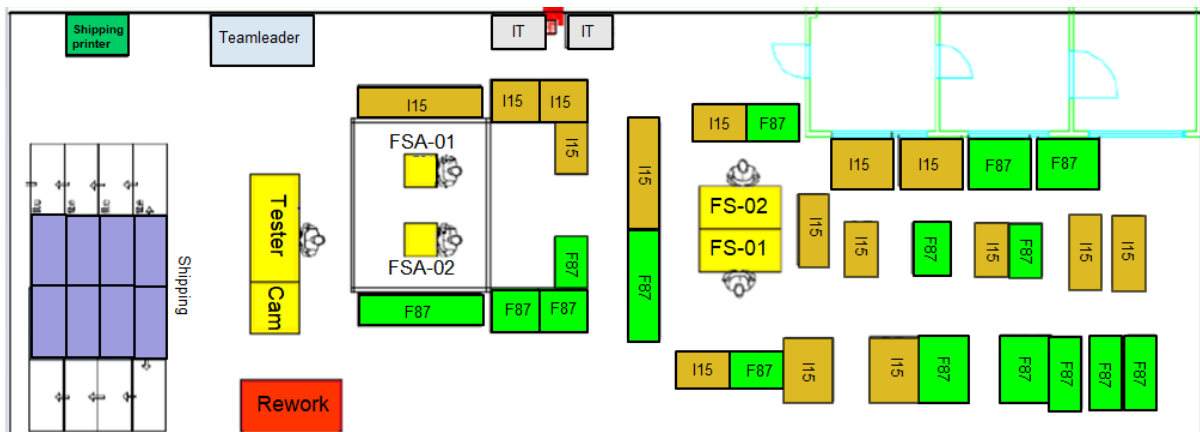


Graf 1: Časová náročnost současné linky [vlastní]

3.2 Popis současné výrobní linky

Výrobní linka BMW I15/F87 se skládá celkem ze sedmi pracovišť, z toho jsou dvě přípravná, dvě výrobní a tři kontrolní. Každému pracovišti je přiřazen jeden operátor s tím rozdílem, že pracoviště Tester, Cam a Rework obsluhuje pouze jeden pracovník. Celkový počet operátorů je pět.

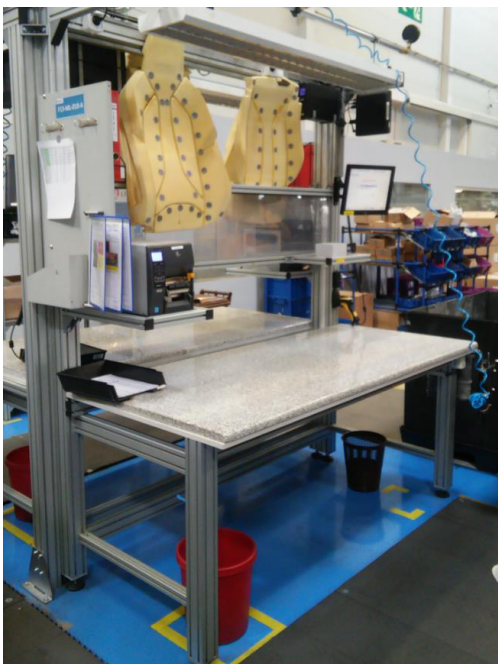
Na pracovišti FS-01 a FS-02 probíhá pouze příprava sandwiche sedadla a opěry, které se následně umisťují do příslušného bufferu. Pouze na výrobních pracovištích FSA-01, 02 dochází ke kompletní montáži. Finálním produktem je kompletní přední sedadlový systém neboli front seats. Na pracovišti Tester dochází k testování a nastavování vývozní pozice sedadla. Na pracovišti Cam se provádí konečná úprava a vyhodnocování požadované kvality. Pokud sedadlo nesplňuje stanovené požadavky, dojde k přesunu na pracoviště Rework a k následné opravě. Prostorové uspořádání linky je zobrazeno na Obrázek 28. Žlutá pole označují výrobní pracoviště, zelená pole materiál pro projekt F87, béžová pole materiál pro projekt I15, červené pole REWORK – pracoviště pro přepracování produktu a modré pole označují SHIPPING – pracoviště pro naložení výrobků.



Obrázek 28: Současný layout výrobní linky pro BMW I15/F87 [vlastní]

Pracoviště FS-01:

- **Příprava sandwiche sedadla** – nejdříve dochází k naskenování zakázky pro získání informací ohledně typu sedadlové soupravy. Dále se odebere příslušná pěna sedadla, podle typu zakázky následuje nalepení topení/topení s CIS/CIS/dummy podložky. Za pomoci hogringů se přichytí potah na pěnu sedadla. Takto připravené sedadlo se uloží do příslušného bufferu.



Obrázek 29: Pracoviště FS-01 - přední pohled [vlastní]



Obrázek 30: Pracoviště FS-01 - zadní pohled [vlastní]

Pracoviště FS–02:

- **Příprava sandwiche opěry** – v prvním kroku opět dochází k naskenování zakázky pro získání informací ohledně typu sedadlové soupravy. Pokračuje se odebráním příslušné pěny opěry a případně k nalepení topení. Pomocí hogringů se přichytí potah na pěnu opěry. Takto připravená opěra se uloží do příslušného bufferu.



Obrázek 31: Pracoviště FS-02 [vlastní]

Pracoviště FSA–01, 02:

- **Příprava rámu sedadla** – z boxu se odebere příslušná mechanika sedadla.
- **Příprava rámu opěry** – z boxu se odebere příslušná mechanika opěry.
- **Spojení těchto dvou mechanik do jednoho celku.**
- **Montáž kabelového svazku** – zapojení kabelového svazku.
- **Montáž držáku a řídicí jednotky** – nejdříve se přišroubuje držák pro řídicí jednotku a poté se do tohoto držáku umístí řídicí jednotka.
- **Montáž LVK modulu** – LVK modul slouží ke sklápění sedadla z vertikální do horizontální polohy. Tento modul je opatřen bowdenem, který se zacvakne do mechaniky opěry.
- **Zapojení bowdenu** – zapojení bowdenu LVK modulu do mechaniky opěry.
- **Montáž lordosy** – jedná se o speciální vak, který je umístěn na opěře vždy ve střední části. Tento vak se nafukuje pro větší pohodlí při sezení.
- **Montáž pumpy** – pumpa slouží k nafukování nebo vyfukování LBV vaků. Pumpa je umístěna na boční straně mechaniky opěry.
- **Montáž LBV modulů** – LBV modul je plastový držák, který se umístí na boky opěry.
- **Montáž LBV vaků** – dochází k přicvaknutí těchto vaků na plastové držáky.

- **Montáž airbagu** – přišroubování airbagu k mechanice opěry. Zapojení příslušných kabelů do řídicí jednotky.
- **Montáž sandwiche sedadla** – z příslušného bufferu se odebere pěna sedadla s připevněným potahem a položí se na rám sedadla.
- **Montáž sandwiche opěry** – z příslušného bufferu se odebere pěna opěry s připevněným potahem a položí se na rám opěry.
- **Montáž EPP pěny na hlavovou opěrku** – tato pěna slouží jako výztuž a umísťuje se na oblast hlavové opěrky.
- **Upevnění potahů** – dochází k upevnění a vypnutí obou potahů.
- **Montáž back panelu** – usazení tohoto dílu na zadní část opěry.
- **Montáž přepínače pásu** – dochází k přišroubování přepínače pásu a provlečení popruhu pásu skrz LVK modul.
- **Montáž LVK krytky** – usazení této krytky do back panelu. Upevnění se provádí pomocí operace šroubování.
- **Montáž vnitřních plastových dílů** – nasazení vnitřních plastových dílů, které se upevní pomocí operace šroubování.
- **Montáž vnějších plastových dílů** – nejdříve se odebere SVS jednotka, která se umístí do vnějšího plastového dílu. Ten se následně připevní na vnější stranu sedadla.
- **Zapojení kabelu topení sedadla, airbagu, topení opěry, bezpečnostního pásu, kabelu CIS/SBR** – jednotlivé konektory se zapojují buď do řídicí jednotky, nebo speciální zásuvky.



Obrázek 32: Pracoviště FSA-1,2 [vlastní]

Pracoviště Tester:

- **Testování (EOL)** – na tomto stanovišti se zapojují kabely do řídicí jednotky a zkouší se kompletní funkčnost sedadla. Následuje zapojení zámku bezpečnostního pásu a zkouška jeho funkčnosti. Pokud testování na tomto pracovišti nesplňuje požadovanou kvalitu, dochází k přesunu na pracoviště Rework – zde probíhají potřebné opravy. Po každé opravě se sedadlo opět testuje na pracovišti testování. Zároveň dochází k nastavení vývozní pozice sedadla.

**Obrázek 33: Pracoviště Testeru [vlastní]****Pracoviště Tuning:**

- **Konečná úprava** – na tomto pracovišti dochází ke konečné úpravě sedadla především z vizuální stránky a současně k vyhodnocování kvality. Podle druhu potahu se sedadla mohou fénovat nebo žehlit speciálními přístroji.

**Obrázek 34: Pracoviště CAM [vlastní]**

Pracoviště **Rework:**

- **Oprava** – pokud sedadlo nesplňuje požadovanou kvalitu a výsledek testování je NOK, sedadlo se přesune na toto pracoviště, kde se uskuteční potřebná oprava.



Obrázek 35: Pracoviště Rework [vlastní]

Na níže uvedeném Obrázku 36 je zobrazen výsledný produkt projektu BMW F87.



Obrázek 36: Výsledný produkt projektu F87 [vlastní]

4 Návrh řešení

Tato kapitola se zaměřuje na návrh nové výrobní linky pro sériovou produkci. Prvotním požadavkem od zákazníka bylo vyrábět 12 kusů projektu BMW F87. Tento požadavek se však navýšil, a to na 40 kusů denně. Takovéto množství nebylo možné vyrábět na původní lince, a proto bylo nutné projekt F87 přesunout na jinou, již provozovanou linku. BMW F87 dosavadní projekt F12 postupně zcela nahradí.

Návrh nového řešení nejdříve spočíval v balancování nové výrobní linky. Kompletní montáž se v původním řešení vykonávala pouze na jednom pracovišti, bylo nutné přizpůsobit výrobu podle nového taktu linky na šest výrobních pracovišť. Jednotlivé operace se na nová pracoviště rozmístily tak, aby na sebe dílčí kroky dobře navazovaly. Současně se prováděla studie pomocí MOST analýzy, vytvořily se pracovní instrukce v papírové i systémové podobě, process flow chart a nakonec vznikl i nový layout výrobní linky.

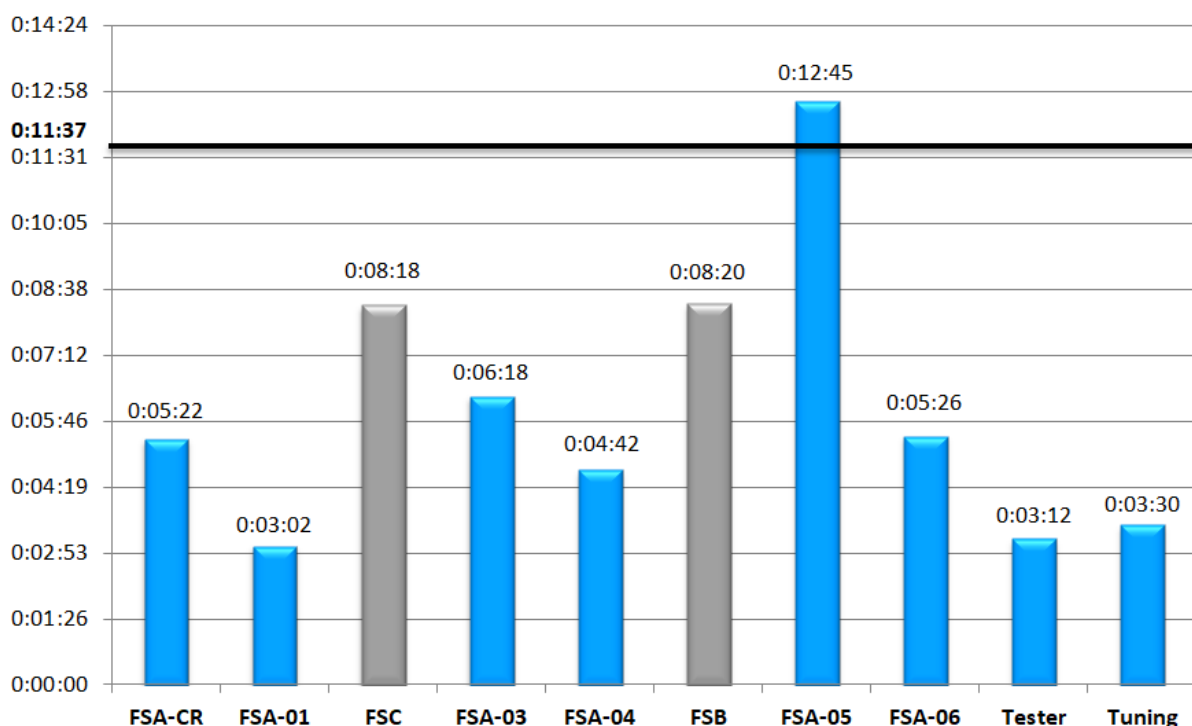
4.1 Časová náročnost nové výrobní linky

Graf 2 zobrazuje průměrnou dobu montáže jednoho kusu výrobku, který se vykonává na uvedených pracovištích. Z tohoto grafu je patrné, že pracoviště FSA-05 je úzkým místem celého systému.

Černá vodorovná čára představuje požadovaný takt výrobní linky 697 sekund na kus, to je 11 minut a 37 sekund. Celkové vyráběné množství je 40 kusů denně.

Časy, které jsou uvedené v grafu, jsou průměrnou hodnotou pro montáž levé i pravé strany sedadla vykonávané dvěma operátory. Pokud by na pracovišti byl pouze jeden operátor, musí se čas na konkrétním pracovišti vynásobit hodnotou dva.

Pracoviště jsou opět rozdělena na přípravná, výrobní a kontrolní. Modrá barva představuje výrobní a kontrolní pracoviště. Ta, které jsou v tomto grafu zobrazeny šedivou barvou, představují přípravná pracoviště. Takto označená pracovní místa se nachází mimo hlavní výrobní větev.

Časová náročnost nové linky - původní hodnoty

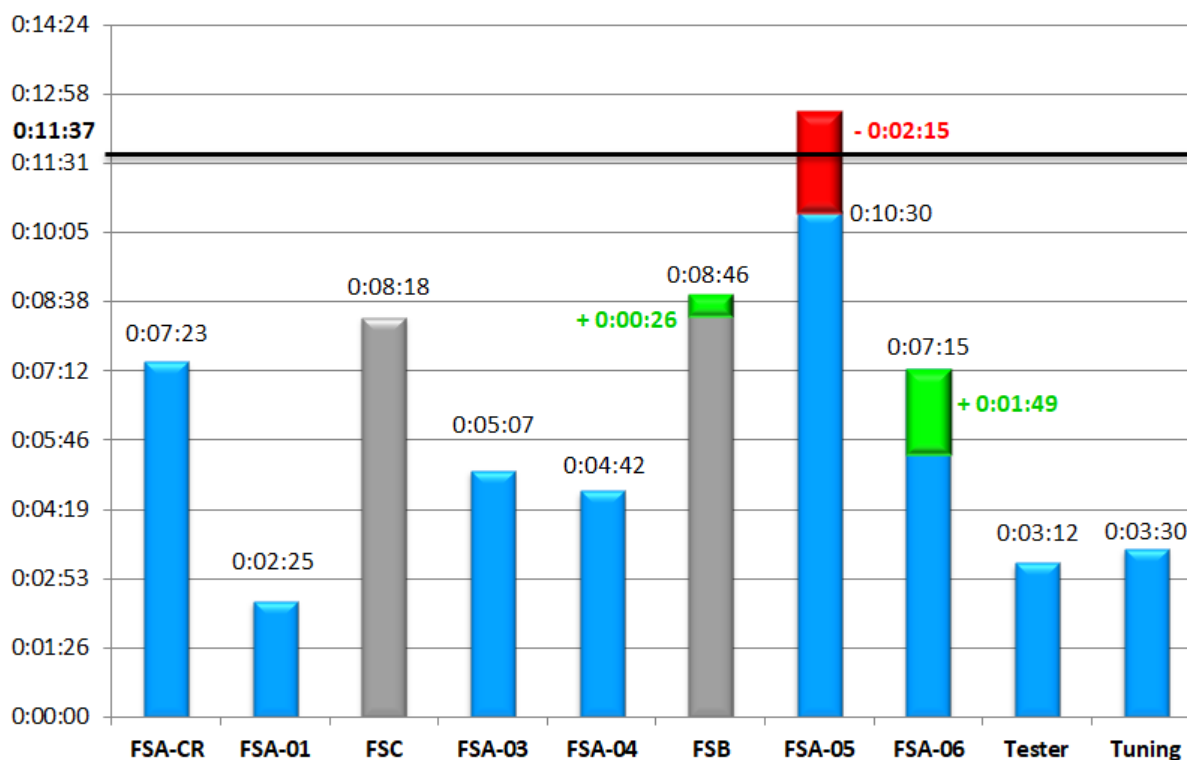
Graf 2: Časová náročnost linky - původní hodnoty [vlastní]

Při balancování linky je nezbytné přeskupit jednotlivé operace tak, aby časová náročnost na všech pracovištích byla nejvyrovnanější. Tímto krokem se odstraní úzká místa a dojde k rovnoměrnému toku výroby.

Balancování linky se v tomto případě provádělo pomocí týmového brainstormingu. Jedná se o skupinovou techniku, kdy cílem je vygenerovat co nejvíce nápadů a následně určit tu nejlepší variantu řešení.

Prvotním krokem bylo naměření veškerých časů stopkami. Následně se sešel tým lidí, který diskutoval na dané téma, a současně došlo k vyhodnocení těchto naměřených časů. V rámci brainstormingu došlo k rozdělení činností na jednotlivá pracoviště tak, aby na sebe dílčí operace vhodně navazovaly. S ohledem na časové využití jednotlivých operací se prověřovaly různé varianty řešení. Pouze jedna jediná a nejvhodnější varianta se následně rozpracovala. Výsledkem týmového brainstormingu je Graf 3.

Časová náročnost nové linky - nové hodnoty



Graf 3: Časová náročnost linky - nové hodnoty [vlastní]

Graf 3 zobrazuje časovou náročnost montáže jednotlivých pracovišť po vybalancování linky. Z pracoviště FSA-05 byly činnosti přesunuty na pracoviště FSA-06 a FSB. Ohled byl brán také na rozmístění pozičních ramen se šroubováky, proto některé činnosti byly přesunuty na jiná pracoviště. Jednalo se převážně o operace šroubování, které byly z pracoviště FSA-01, FSA-03 a FSA-06 přesunuty na pracoviště FSA-CR.

Nejdříve bylo počítáno s tím, že na každém pracovišti budou pracovat dva operátoři. Podle Graf 3 je patrné, že celkově jsou pracovníci nevytíženi. Je potřeba zmínit, že některé pozice byly naopak přetíženy. Z toho důvodu vznikla Tabulka 8, která zobrazuje optimalizovaný počet pracovníků a Tabulka 9, která zobrazuje optimalizované časy podle počtu pracovníků.

Pracoviště FSA-CR a FSA-01 budou obsluhovat společně dva pracovníci tak, že budou mezi těmito pracovišti přecházet. Tímto krokem se ušetří dva operátoři. Další pracoviště FSA-03 bude obsluhovat pouze jeden pracovník. Z toho důvodu, bylo nutné původní čas vynásobit hodnotou dva. Na pracovišti FSC budou současně vyrábět dva pracovníci. Pracoviště FSA-04 bude obsluhovat pouze jeden pracovník. Proto bylo opět nutné původní čas vynásobit hodnotou dva. Na další pracoviště FSA-05 budou současně vyrábět dva pracovníci stejně jako na pracovišti FSB. Poslední výrobní pracoviště FSA-06 budou obsluhovat dva pracovníci. Na pracovišti Tester a Tuning budou také dva pracovníci, kteří

budou mezi těmito pracovišti přecházet. Časové využití pracovníků na jednotlivých pracovištích jsou viditelné na Grafu 4.

Tabulka 8 zobrazuje původní a optimalizovaný počet pracovníků. Vzhledem k jejich časovému využití, které je zobrazeno v Tabulka 9, se celkový počet pracovníků snížil z původních 20 na 14 pracovníků. Tímto krokem tedy došlo k podstatnému ušetření pracovní síly.

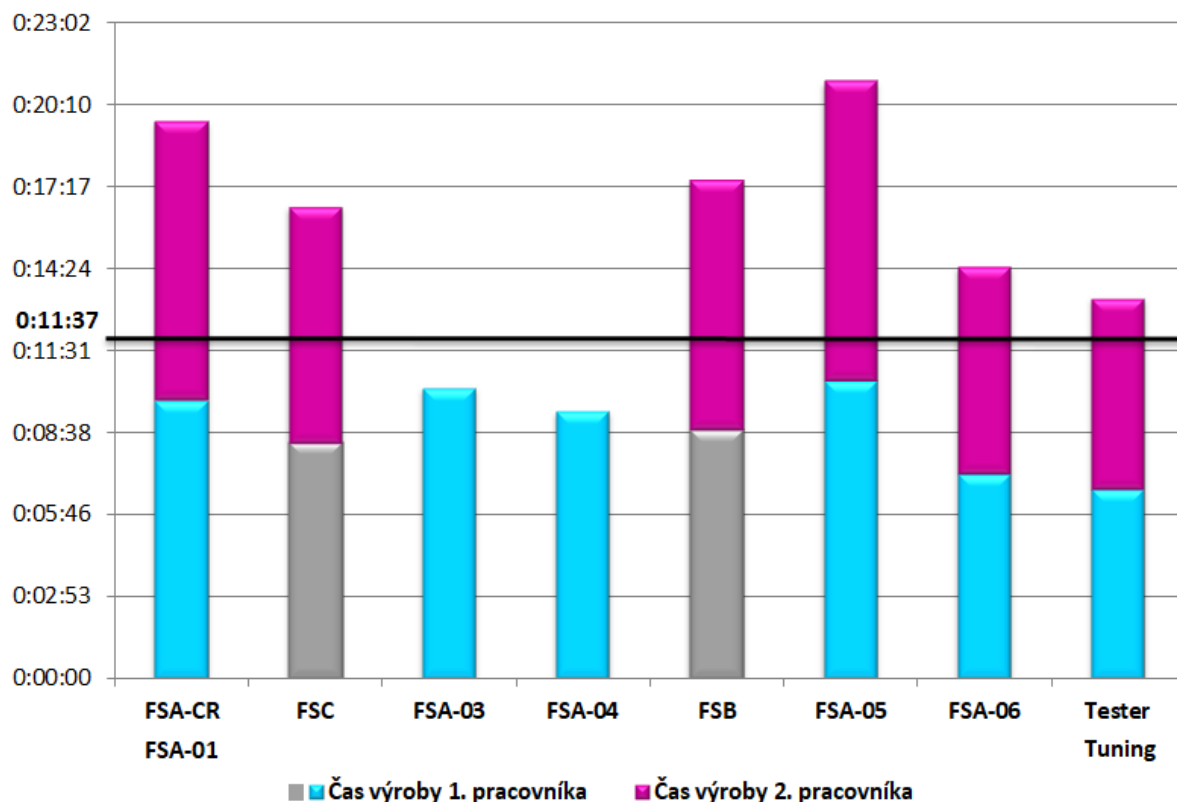
Pracoviště	Původní počet pracovníků	Optimalizovaný počet pracovníků
FSA-CR + FSA-01	4	2
FSA-03	2	1
FSC	2	2
FSA-04	2	1
FSA-05	2	2
FSB	2	2
FSA-06	2	2
Tester + Tuning	4	2
Celkem pracovníků	20	14
Δ pracovníků = - 6		

Tabulka 8: Optimalizovaný počet pracovníků [vlastní]

Pracoviště	Původní časy	Optimalizované časy podle počtu pracovníků
FSA-CR + FSA-01	0:09:48	0:09:48
FSA-03	0:05:07	0:10:14
FSC	0:08:18	0:08:18
FSA-04	0:04:42	0:09:24
FSA-05	0:10:30	0:10:30
FSB	0:08:46	0:08:46
FSA-06	0:07:15	0:07:15
Tester + Tuning	0:06:42	0:06:42

Tabulka 9: Optimalizované časy podle počtu pracovníků [vlastní]

Časové využití pracovníků na jednotlivých pracovištích



Graf 4: Časové využití pracovníků na jednotlivých pracovištích [vlastní]

Jak již bylo zmíněno, Graf 4 zobrazuje časové využití pracovníků na jednotlivých pracovištích. Na většině pracovišť budou vyrábět 2 operátoři. To znamená, že jejich výrobní čas bude oproti tomuto grafu poloviční, tzn. časy bez fialových sloupců. A to z důvodu, že pracují současně a dělají ty samé činnosti. Graficky je to znázorněno takto, aby na první pohled bylo zřejmé, kolik pracovníků je na jednotlivých pracovištích.

Aktuálně je nová výrobní linka ve fázi testování, současně také dochází k zaškolování všech operátorů. Z toho důvodu je nutné zmínit, že časová náročnost na jednotlivých pracovištích se bude průběžně měnit, dokud operátoři nebudou stoprocentně zaškolení. Z předešlých zkušeností se očekává snížení všech naměřených hodnot přibližně o 20 – 30 % po kompletním zaškolení.

4.2 Popis nové výrobní linky

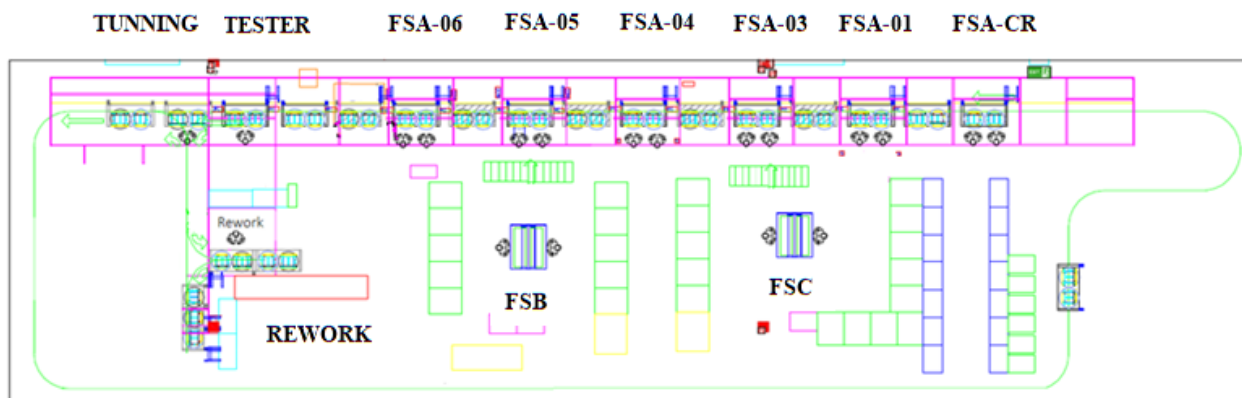
Nová výrobní linka se skládá celkem z jedenácti pracovišť, z toho je šest pracovišť výrobních, dvě přípravná, dvě kontrolní a jedno pracoviště určené pro opravu neshodných výrobků. Mezi kontrolní pracoviště patří testování a konečné úpravy s vyhodnocováním kvality.

Všechna pracovní místa jsou umístěna v řadě za sebou s výjimkou přípravných pracovišť. Jedná se o pracoviště FSC a FSB, která jsou umístěna vedle hlavní výrobní větve. Tato pracoviště mají ve své blízkosti umístěny buffery, které slouží pro ukládání výrobků pro případ rychlejší výroby než je tomu na hlavní výrobní větvi. Část výrobku z pracoviště FSC poté vstupuje do hlavní výrobní větve konkrétně na pracoviště FSA-03. Druhá část výrobku z FSB následně vstupuje na pracoviště FSA-05.

S ohledem na rozmístění nové výrobní linky bylo nutné jednotlivé operace rozmístit na nová pracoviště tak, aby na sebe jednotlivé kroky dobře navazovaly a nedošlo k výrobním problémům. Jednotlivé operace, které mají být vykonávány na konkrétních pracovištích, jsou popsány níže. Prostorové uspořádání linky je zobrazeno na Obrázek 37.

Dalším ohledem, na který se zaměřovalo při uspořádání linky, bylo rozmístění šroubováků s pozičními rameny. Tímto krokem došlo k ušetření značných financí, které se mohou například využít na nákup materiálu pro nové regály nebo pro zakoupení nového zařízení. Nově došlo k přesunu LCD monitorů do pracovní oblasti pracovníků z důvodu nadbytečné chůze. Dříve se monitory nacházely přibližně dva kroky od operátora, teď jsou umístěné na dosah. Více detailů bude popsáno v kapitole 5 – Zhodnocení a přínosy nového návrhu.

Pro zajištění lepší přehlednosti, ohledně rozmístění operací, byl vytvořen process flow chart neboli vývojový diagram. Jedná se o grafické znázornění jednotlivých operací pracovního postupu tak, jak na sebe navazují. Process flow chart také zobrazuje veškeré vstupy a výstupy, které jsou potřebné ke správnému fungování procesu. Tento dokument je přiložen k práci – **PŘÍLOHA č. 1**.



Obrázek 37: Nový návrh layoutu výrobní linky BMW F78 implementovaný do stávající linky BMW F12 [vlastní]

Pracoviště FSA–CR:

- **Příprava mechaniky sedadla** – z boxu se odebere příslušná mechanika neboli rám sedadla, který se umístí na montážní paletu.
- **Příprava mechaniky opěry** – z boxu se odebere příslušná mechanika neboli rám opěry, který se nasadí na trny mechaniky sedadla.
- **Spojení těchto dvou mechanik do jednoho celku** – spojení mechanik se provádí operací šroubování.
- **Montáž držáku řídicí jednotky** – držák řídicí jednotky se umístí pod mechaniku sedadla a upevní se operací šroubování.
- **Montáž LVK modulu** – LVK modul je držák popruhu bezpečnostního pásu. Tento modul se zacvakne do mechaniky opěry a následně se upevní operací šroubování. LVK modul je opatřen bowdeny, které se rozvedou dalšími operacemi.
- **Montáž plastových klipů a držáků pro bowdeny** – plastové klipy se zacvaknou na obě boční strany mechaniky opěry. Do těchto klipů se ukotví bowdeny LVK modulu. Plastové držáky se umístí na spodní část mechaniky opěry. Nejdříve dojde k rozvodu bowdenů opěrou. Následně se konce bowdenů těmito díly provléknou a nacvaknou se na kovové kolíky. Tímto je zajištěna funkčnost sklápění opěry.
- **Montáž plastových LBV modulů** – plastové LBV moduly se nacvaknou na obě boční strany mechaniky opěry a upevní se operací šroubování.
- **Montáž přepínače pásu** – přepínač pásu se umístí do mechaniky sedáku a upevní se operací šroubování. Přepínač pásu se vždy umísťuje na vnitřní stranu daného sedadla.



Obrázek 38: Pracoviště FSA-CR - přední pohled [vlastní]



Obrázek 39: Pracoviště FSA-CR - zadní pohled [vlastní]

Pracoviště FSA-01:

- **Řídící jednotka** – odebrání řídicí jednotky z regálu a následné naskenování dílu pro ověření správnosti.
- **Kabelový svazek** – odebrání příslušného kabelového svazku z regálu a následné naskenování dílu pro ověření správnosti.
- **Montáž kabelového svazku do řídicí jednotky** – příslušný kabelový svazek se zapojí do řídicí jednotky podle pracovního postupu.
- **Usazení kompletu do mechaniky sedadla** – komplet řídicí jednotky s kabelovým svazkem se umístí do držáku řídicí jednotky. Nakonec se kabelový svazek rozvede po určitých místech na mechanice sedadla.
- **Nasazení EPP pěny pro hlavovou opěrku** – EPP pěna se nasadí na oblast hlavové opěrky. Tato pěna slouží jako výztuž.



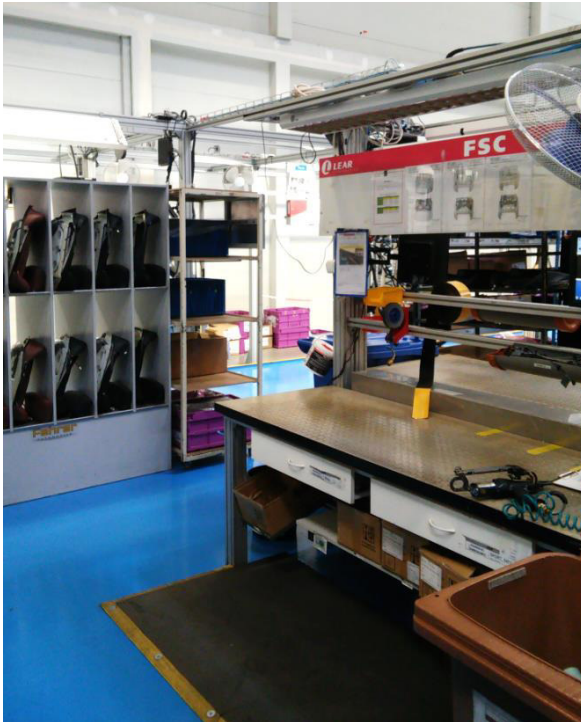
Obrázek 40: Pracoviště FSA-01 - přední pohled [vlastní]



Obrázek 41: Pracoviště FSA-01 - zadní pohled [vlastní]

Pracoviště FSC:

- **Příprava sandwiche sedadla** – v první fázi dochází k naskenování zakázky pro získání informací ohledně typu sedadlové soupravy: elektrická x manuální. Následuje odebrání příslušné pěny sedadla. Podle zakázky pokračuje nalepení topení/topení s CIS/CIS/dammy podložky. V poslední fázi se za pomoci hogringů přichytí potah na pěnu sedadla. Takto připravené sedadlo se uloží do příslušného bufferu.



Obrázek 42: Pracoviště FSC-1 [vlastní]



Obrázek 43: Pracoviště FSA-2 [vlastní]

Pracoviště FSA–03:

- **Airbag** – odebrání airbagu z regálu a následné naskenování dílu pro ověření správnosti.
- **Montáž airbagu** – ještě předtím než nastane zacvaknutí airbagu na boční stranu mechaniky opěry, je nutné protáhnout kabel airbagu příslušným otvorem v mechanice opěry. Je nezbytné zkontrolovat správnost umístění tohoto dílu. Pokud je airbag umístěn správně, upevní se pomocí operace šroubování na požadovaný moment.
- **Montáž sandwiche sedadla** – z příslušného bufferu se odebere pěna sedadla s připevněným potahem a umístí se na mechaniku sedadla. Při osazování je nutné dodržet posloupnost zavírání s ohledem na jednotlivé středové značky pro zajištění správné pozice.
- **Zapojení kabelu topení sedadla** – po zavření sedadla je nutné zacvaknout plastové klipy od kabelu topení do výpletu sedadla a následné zapojení tohoto kabelu do řídicí jednotky.
- **Zapojení kabelu airbagu** – poslední operací je zacvaknutí plastových klipů od kabelu airbagu do výpletu sedadla a následné zapojení tohoto kabelu do řídicí jednotky.



Obrázek 44: Pracoviště FSA-03 - přední pohled [vlastní]



Obrázek 45: Pracoviště FSA-03 - zadní pohled [vlastní]

Pracoviště FSA-04:

- **Lordosa** – odebrání lordosy z regálu a následné naskenování dílu pro ověření správnosti. Jedná se o speciální vak, který se postupně nafukuje a slouží tak ke správnému prohnutí beder při sezení.
- **Montáž lordosy** – lordosa je umístěna do střední části za plastové háčky na mechaniku opěry.
- **Pumpa** - odebrání pumpy lordosy z regálu a následné naskenování dílu pro ověření správnosti.
- **Montáž pumpy** – při montáži pumpy je nejprve nutné provléknout kabelový svazek a všechny vzduchové hadice určitými otvory na boční straně mechaniky opěry.
- **Montáž LBV vaků** – do LBV vaků se umístí plastové nýty, které se následně zacvaknou do plastových LBV modulů.
- **Zapojení vzduchových hadic lordosy a LBV vaků do pumpy** – poslední operací na tomto pracovišti je zapojení veškerých vzduchových hadic lordosy a LBV vaků do konektorů vedoucích od pumpy. Jednotlivé vzduchové hadice a konektory jsou označeny barvami pro snadnější zapojení.



Obrázek 46: Pracoviště FSA-04 - přední pohled [vlastní]



Obrázek 47: Pracoviště FSA-03 - zadní pohled [vlastní]

Pracoviště FSB:

- **Příprava sandwiche opěry** – v první fázi dochází k naskenování zakázky pro získání informací ohledně typu sedadlové soupravy: elektrická x manuální. Dále se pokračuje odebráním příslušné pěny opěry a případně k nalepení topení. V poslední fázi se za pomoci hogringů přichytí potah na pěnu opěry.
- **Montáž loga opěry** – do otvoru v potahu a v pěně se umístí světelné logo s kabelem, kdy kabel se protáhne skrze opěru. Je nutné zkontrolovat správnou orientaci loga. Tento kabel se na výrobní lince zapojí do požadovaného konektoru v mechanice opěry. Připravená opěra se uloží do příslušného bufferu.



Obrázek 48: Pracoviště FSB-1 [vlastní]



Obrázek 49: Pracoviště FSB-2 [vlastní]

Pracoviště FSA-05:

- **Montáž sandwiche opěry** – z příslušného bufferu se odebere pěna opěry s připevněným potahem a umístí se na mechaniku opěry.
- **Zajištění potahu opěry** – před nasazením back panelu je nutné zajistit potah opěry za kovové háčky, tím dojde k vypnutí potahu.
- **Nasazení back panelu** – usazení tohoto dílu za plastové držáky na zadní část opěry.
- **Nasazení EPP pěny do sandwiche opěry** – tato pěna se umístí do sandwiche opěry, kde slouží jako výtzuž.
- **Zavírání sandwiche opěry** – Při této operaci je nutné dodržet posloupnost zavírání s ohledem na jednotlivé středové značky na potahu a back panelu. Ty slouží pro zajištění správné polovice. Dále je nutné umístit švy potahu do mezer v pěně.



Obrázek 50: Pracoviště FSA-05 - přední pohled [vlastní]



Obrázek 51: Pracoviště FSA-05 - zadní pohled

Pracoviště FSA–06:

- **Tlačítko easy entry** – odebrání tlačítka z regálu a následné naskenování dílu pro ověření správnosti.
- **Montáž tlačítka easy entry** – tlačítko se umístí do plastové LVK krytky. Následně se do tlačítka zapojí příslušný kabel vedoucí z opěry.
- **Montáž LVK krytky** – touto operací dochází k usazení LVK krytky na požadované místo v back panelu a upevní se pomocí operace šroubování.
- **Osazení plastových nýtů** – plastové nýty se vsunou do spodní části back panelu pro lepší zajištění tohoto dílu.
- **Zapojení kabelu topení opěry** - po zavření opěry je nutné zacvaknout plastové klipy od kabelu topení do výpletu sedadla a následně zapojit kabel do řídicí jednotky.
- **Zapojení kabelu bezpečnostního pásu** – konektor bezpečnostního pásu se zapojí do speciální zásuvky.
- **Zapojení kabelu CIS/SBR** – konektor od CIS nebo SBR se zapojí do speciální zásuvky vedle bezpečnostního pásu.
- **SVS jednotka** – odebrání SVS jednotky neboli ovládací jednotky z regálu a následné naskenování dílu pro ověření správnosti.
- **Montáž SVS jednotky** – ovládací jednotka se umístí do vnějšího plastu. Do této jednotky se zapojí požadovaný konektor sedadla.
- **Montáž vnějších plastových dílů** – plast s ovládací jednotkou se opatrně nasune na vnější stranu sedadla a upevní se operací šroubování. Do zbylého otvoru se umístí krytka vnějšího plastu.
- **Montáž vnitřního plastového dílu** – požadovaný plast se nasune na vnitřní stranu sedadla a upevní se operací šroubování. Vnitřní strana sedadla je tam, kde je umístěný i přepínač pásu.



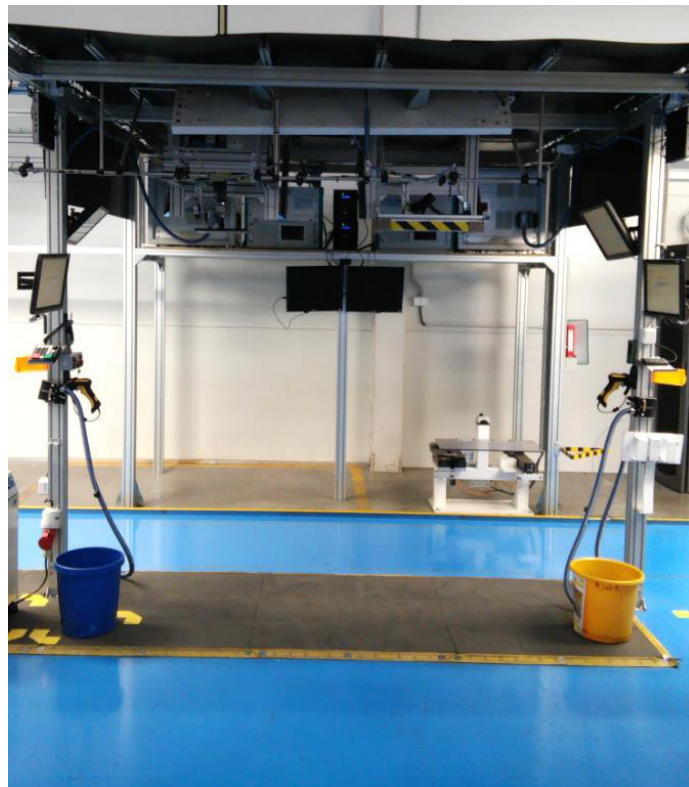
Obrázek 52: Pracoviště FSA-06 - přední pohled [vlastní]



Obrázek 53: Pracoviště FSA-06 - zadní pohled [vlastní]

Pracoviště Tester:

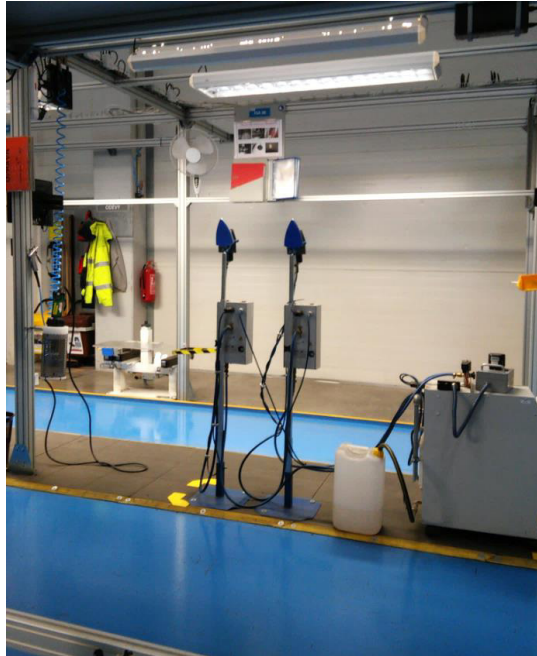
Testování (EOL) – každé vyrobené sedadlo musí projít pracovištěm testování. Dochází zde ke kompletní kontrole funkčnosti sedadla. Postupně se zde testují všechny funkce, jako jsou veškeré posuvy sedadla, sklápění opěry, funkčnost topení, přepínače pásu, airbagu, pumpy, lordosy, LBV vaků, loga, SVS jednotky aj. Pokud je testování úspěšné, tak se sedadlo přesouvá na další pracoviště pro konečnou a vizuální úpravu. Pokud je testování neúspěšné, systém zobrazí chybu a sedadlo se musí přesunout na pracoviště rework, kde dojde k požadované opravě či k vyměnění nefunkčního dílu. Po každé opravě se sedadlo musí testovat znovu. Po úspěšném testování dochází k nastavení vývozní pozice sedadla.



Obrázek 54: Pracoviště Testeru [vlastní]

Pracoviště Tuning:

- **Konečná úprava** – zde dochází ke konečné úpravě sedadla převážně z vizuální stránky, současně se vyhodnocuje kvalita. Odstraňují se převážně nedokonalosti vzniklé při šití potahu. K úpravě se využívají speciálně upravené žehličky a fény.

**Obrázek 55: Pracoviště FSA-08 [vlastní]****Pracoviště Rework:**

- **Oprava** – pokud je testování neúspěšné, systém zobrazí chybu a sedadlo se přesune na toto pracoviště. Zde dojde k potřebné opravě nebo k výměně nefunkčního dílu.

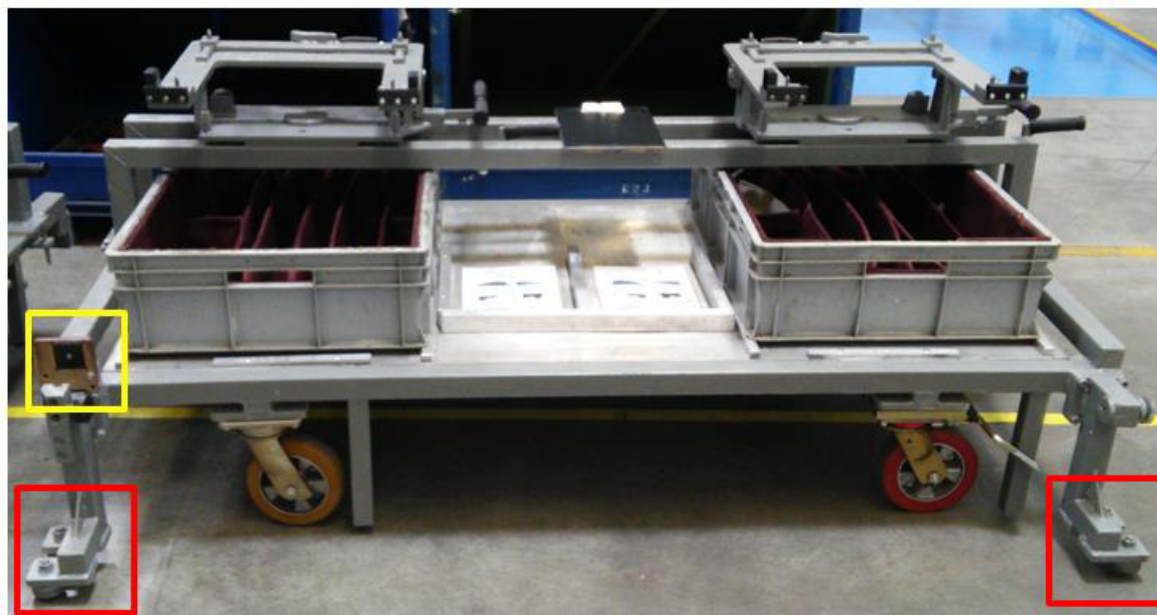
**Obrázek 56: Pracoviště Rework [vlastní]**

Mezi jednotlivými pracovišti bude doprava probíhat na speciálních manipulačních vozících. Ty jsou na dolní části opatřeny vodícími trny, které kopírují trasu vodící lišty. Tato lišta je zabudovaná v podlaze, a to po celé délce hlavní výrobní větve. Posun mezi jednotlivými pracovišti probíhá ruční manipulací.

Manipulační vozíky mají nad jedním vodícím trnem pevně umístěnou RFID kartu. Po naskenování zakázky na prvním pracovišti, FSA–CR, se zakázka automaticky uloží na tuto kartu. Ta obsahuje veškeré informace o dané zakázce. Při opuštění prvního pracoviště se zakázka, pomocí karty, automaticky naskenuje na dalším pracovišti přes RFID čtečku. Čtečky jsou umístěné na všech pracovištích. Současně se zakázka zobrazí na LCD monitoru v systému LPS.

Hlavní výhodou těchto manipulačních vozíků je v tom, že pracovník nemusí na každém pracovišti skenovat zakázku, jako je tomu u ostatních projektů. Pouze stačí, když pracovník na předcházejícím pracovišti potvrdí dokončení všech operací na LCD monitoru v systému LPS. Tímto se daná zakázka odblokuje a ruční manipulací posune na další pracoviště, kde se opět za pomoci RFID karty automaticky naskenuje do systému. Další výhodou manipulačních vozíků je to, že jsou zkonstruovány tak, aby sedadlo bylo možné během celého výrobního procesu naklápět a otáčet kolem své osy o 360 stupňů.

Na níže uvedeném obrázku je zobrazen manipulační vozík, na kterém probíhá doprava sedadel mezi jednotlivými pracovišti. Ve žlutém rámečku je zobrazena RFID karta, do které je zakázka uložena. V červeném rámečku jsou zobrazeny vodící trny.



Obrázek 57: Manipulační vozík [vlastní]

Na Obrázek 58 je v bílém rámečku zobrazena RFID čtečka ve spojení s kartou. Zároveň je viditelné usazení vodícího trnu na vodící liště.



Obrázek 58: Detail RFID čtečky se spojením s RFID kartou [vlastní]

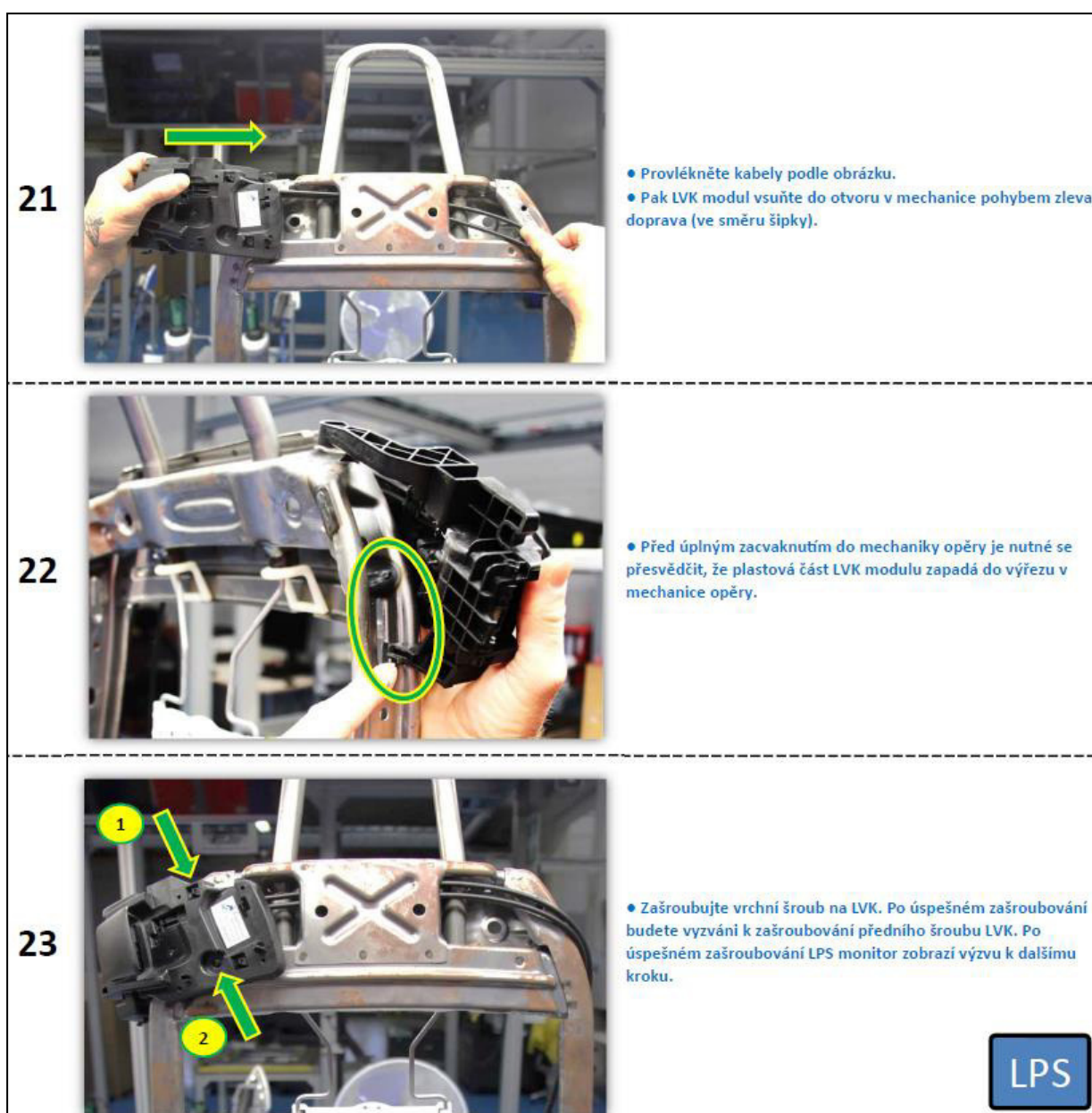


Obrázek 59: Umístění sedadel na manipulačním vozíku [vlastní]

4.3 Pracovní instrukce

Součástí práce byla i tvorba pracovních instrukcí v papírové a systémové podobě. Pracovní instrukce v papírové formě jsou vypracovány do detailu. Obsahují kompletní pracovní postup v tom pořadí, v jakém mají být jednotlivé operace na daném pracovišti provedeny. Operátoři jsou pomocí pracovních instrukcí postupně zaškolováni. Po zaškolení se instrukce umístí na konkrétní pracoviště společně s archem, který pracovník musí podepsat. Tím se zavazuje, že pracovní instrukci zcela chápe. Pokud během výroby operátor zapomene pracovní postup, otevře si pracovní instrukci, podle které jednotlivé činnosti snadno zvládne.

Všechny operace se provádí podle pracovních instrukcí. Při přípravě sandwiche sedadla a opěry se postup provádí pomocí hogringovacího plánu, který je součástí pracovní instrukce.



Obrázek 60: Ukázka vybraných bodů pracovní instrukce [vlastní]

Celkem bylo vytvořeno deset pracovních instrukcí na deset pracovišť. Jedná se o velmi detailní a obsáhlé dokumenty. K tištěné práci bude přiložena pouze jedna pracovní instrukce – **PŘÍLOHA č. 2**. Ostatní pracovní instrukce budou přiloženy na CD.

Pracovní instrukce v systémové podobě mají převážně informativní a kontrolní charakter. Tyto instrukce se zadávají do LPS systému a obsahují pouze operace, na které je nutné se zaměřit. Pro snadnější pochopení těchto návodů je potřebné vysvětlit, co je to LPS systém a jak funguje. Jedná se o software, který se interně programuje a zobrazuje informace například o skenování, šroubování aj. Tento software se zobrazuje na všech LCD monitorech. Do LPS systému lze nastavit tyto operace:

- **Skenování** – do operace skenování se ukládají informace o tom, jaký díl má být skenován, dále pořadí skenování a jaký kód má systém očekávat. Při naskenování dílu na pracovišti systém porovnává správnost kódu se systémem.
- **Šroubování** – do operace šroubování se definují tyto hodnoty: počet šroubů, velikost utahovacího momentu, úhel utažení a pořadí šroubování.
- **Šroubování s pozičním ramenem** – rozdíl oproti klasickému šroubování je převážně v tom, že se zde navíc určují přesné polohy všech šroubů v trojrozměrném souřadnicovém systému. Podle Lear standardů se přesné polohy definují pro všechny bezpečnostní spoje. Pro určení přesné polohy šroubů je potřebné speciální vybavení – poziční rameno, které je hardwarově spojené se zařízením Power Focus a se šroubovákem. Polohy se zobrazují na LPS systému na monitorech.
- **Visual aid** – neboli vizuální pomůcka, která má převážně informativní charakter. Jedná se o obrázek, do kterého lze umístit i text. Visual aid je vždy nutné potvrdit.
- **Blind audit** – tato operace se využívá pro hledání správného řešení na více obrázcích, kde je pouze jeden obrázek správný. Pořadí obrázků se mění, takže se pracovník musí nad danou situací zamyslet a najít jediné správné řešení. Tato situace se dá vyjádřit jako „vyber a potvrd, co vidíš“. Blind audit se používá, pokud jsou opakované reklamace od zákazníka nebo se jedná o obtížnější operace, kde nestačí jen připomenutí pomocí visual aid.

Uvnitř LPS systému je nastavená tzv. LPS konfigurace, přes kterou se nastavují a následně spouští vybrané operace. Tento systém se zobrazuje na všech LCD monitorech.

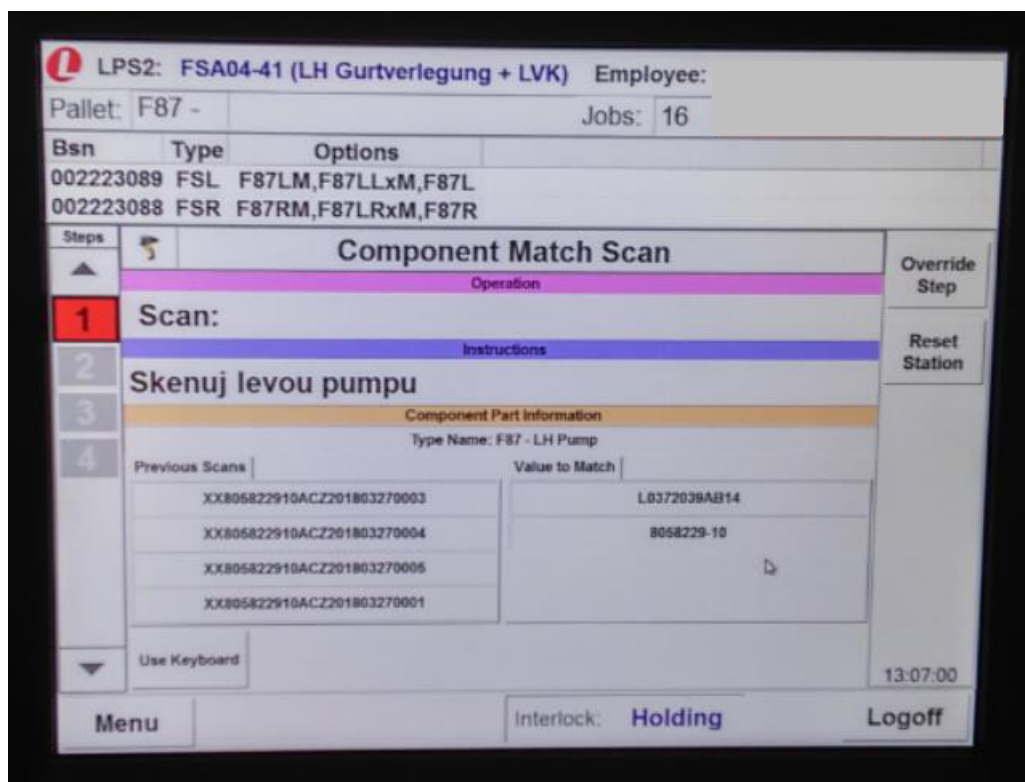
Každý šroubovací nástroj na přiřazenou svoji IP adresu, proto lze snadno určit jakým šroubovákem se má daná operace provést. Důležité je zmínit, že každý šroubový spoj je hlídáný. Vyhodnocují se veškeré utahovací momenty, úhly utažení a popřípadě i poloha šroubů. Každé sedadlo má uložený záznam o šroubování. V případě problému se dohledávají a kontrolují správnosti utažení jednotlivých šroubů. K vyhodnocování utahování slouží vyhodnocovací jednotka Power Focus od firmy Atlas Copco. K utahování se používají elektrické šroubováky.

Jednotlivé činnosti systémové instrukce se postupně zobrazují na LCD monitorech, které se nacházejí u všech pracovišť. Na každém pracovním místě jsou umístěny dva monitory, a to z důvodu montáže levé a pravé strany sedadla. Postupně se na monitorech zobrazují operace, které jsou potřebné pro kompletaci celého výrobku, pracovník postupně

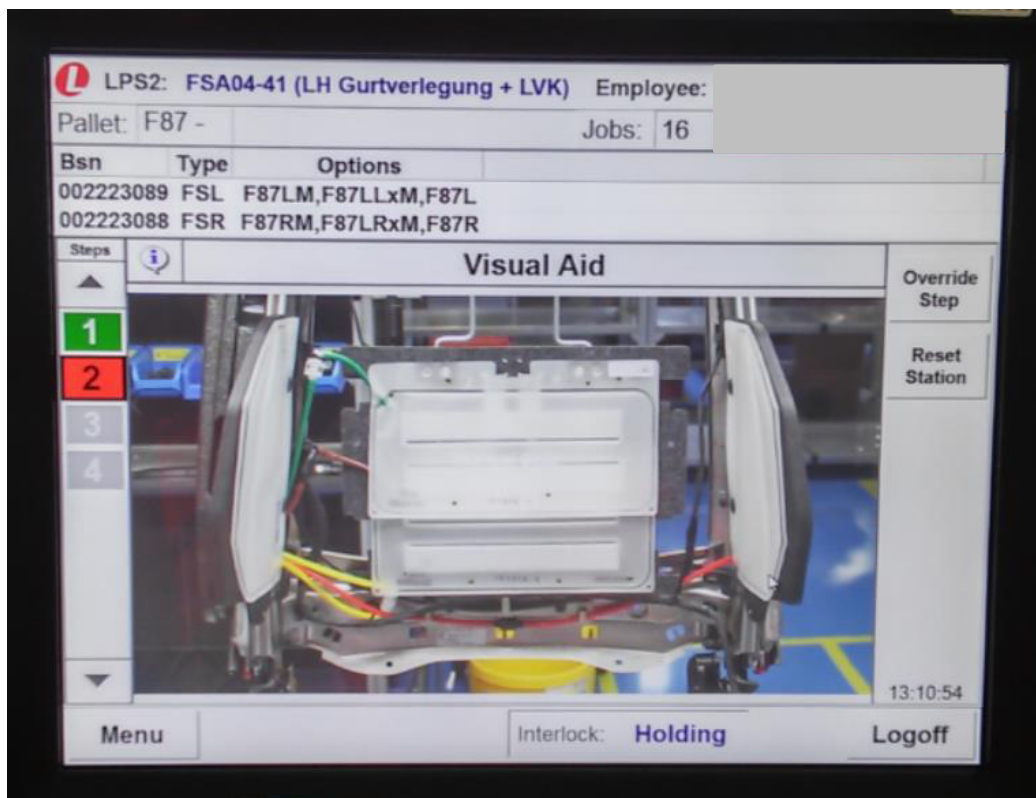
plní jednotlivé úkony. Výhoda je převážně v tom, že se na monitorech zobrazují pouze ty činnosti, na které je nutné se zaměřit.

Operace, které jsou umístěné v systémové instrukci nelze systémově přeskočit. To znamená, že pokud pracovník nevykoná z nějakého důvodu určitou činnost správně, například při operaci šroubování nedojde k zašroubování požadovaného šroubu, musí to neprodleně ohlásit mistrovi linky. Ten má vyšší kompetence a současně je zodpovědný za bezproblémový chod výrobní linky. Pokud tuto skutečnost pracovník neohlásí, tak se sedadlo na posledním pracovišti neukončí a tím se ani neodešle k zákazníkovi. Na posledním pracovišti probíhá systémová kontrola, která kontroluje všechny nastavené požadavky v LPS systému. Když systém vyhodnotí chybu, musí dojít k přepracování konkrétního požadavku.

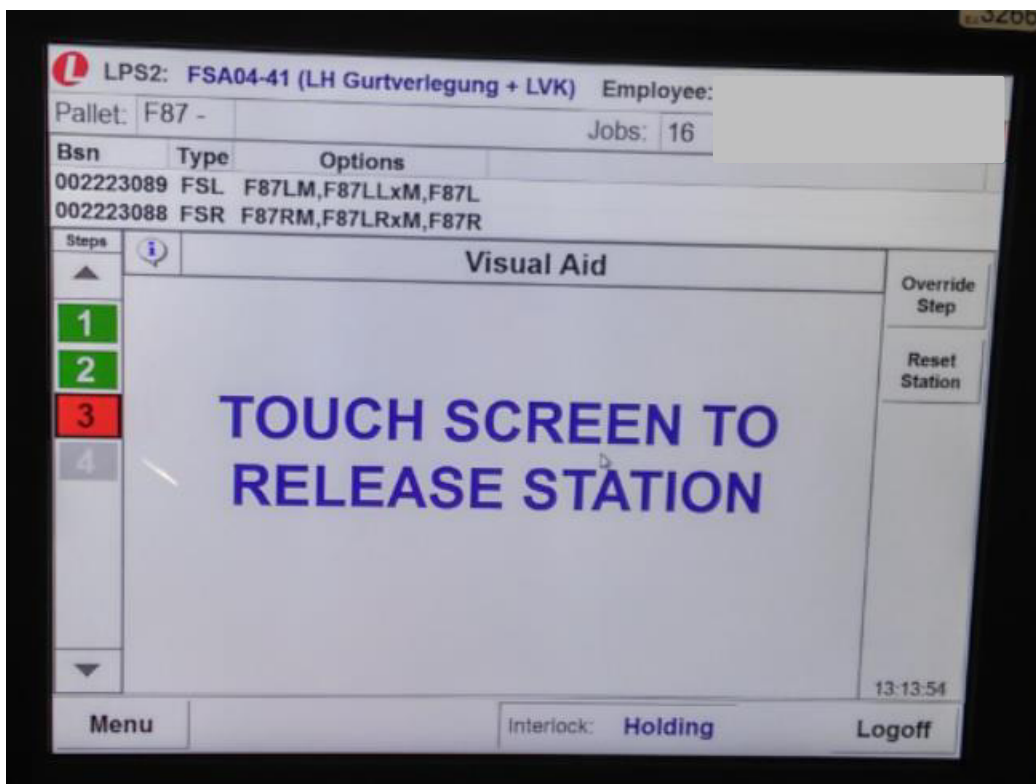
Na několika následujících obrázcích budou zobrazeny jednotlivé kroky systémové instrukce pro pracoviště FSA-04.



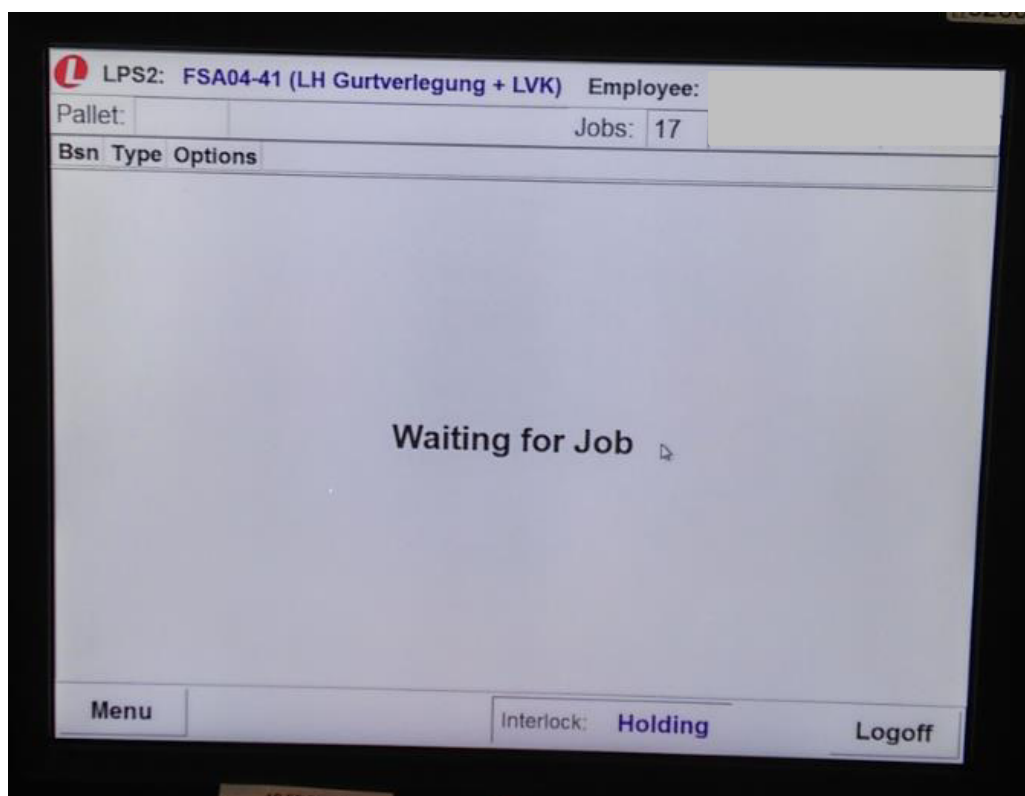
Obrázek 61: Systémová instrukce pracoviště FSA-04 - krok č. 1 [vlastní]



Obrázek 62: Systémová instrukce pracoviště FSA-04 - krok č. 2 [vlastní]



Obrázek 63: Systémová instrukce pracoviště FSA-04 - krok č. 3 [vlastní]



Obrázek 64: Systémová instrukce pracoviště FSA-04 - krok č. 4 [vlastní]

4.4 MOST analýza

Dalším úkolem byla tvorba MOST analýzy. Hlavní výhodou metod předem stanovených časů je to, že je předem stanoven čas, který se pak ověřuje stopkami, tj. chronometráží. Proto se standardně jako první provádí metoda MOST a následně až chronometráž. V našem případě se však jako první prováděla chronometráž a poté až MOST analýza. Hlavní důvod byl ten, že nastala situace velkého časového vytížení. Tato situace vznikla převážně kvůli neustálým změnám. Současně se měly vyrábět první sedadla. Chronometráží bylo zjištěno, v jakých hodnotách se jednotlivé operace pohybují. Následně se provedla MOST analýza, kterou se porovnávaly časové hodnoty získané při měření stopkami. Chronometráž byla použita pro prvotní návrh a měla spíše informativní charakter.

Tabulka 10 porovnává časové hodnoty pomocí MOST analýzy a chronometráže. Časy zobrazené v této tabulce jsou pro výrobu jedné strany sedadla. Je patrné, že časy získané pomocí chronometráže jsou daleko vyšší, než časové údaje získané pomocí MOST analýzy. Hlavní důvod byl převážně v tom, že chronometráž byla prováděná na pracovnících, kteří nebyli stoprocentně zaučení. Na rozdíl od toho jsou časové údaje pomocí MOST analýzy hodnotami, na které by se pracovníci měli dostat po kompletním zaškolení.

5 Zhodnocení a přínosy nového návrhu

Výsledkem diplomové práce je návrh řešení nové výrobní linky. Prvním úkolem bylo balancování linky. Kompletní montáž se přesouvala z jednoho pracoviště na celkem šest nových pracovišť. V návrhu se vycházelo z požadovaného počtu kusů od zákazníka. Z toho důvodu, bylo nutné výrobu přizpůsobit tak, aby odpovídala požadovanému taktu. Podle těchto informací došlo k rozmístění operací na jednotlivá pracoviště tak, aby na sebe dílčí činnosti dobře navazovaly a nedošlo k ohrožení samotné výroby. Při rozdělování jednotlivých operací se braly v úvahu naměřené časy pomocí stopkek.

Během balancování bylo nezbytné přeskupit jednotlivé operace tak, aby časová náročnost na všech pracovištích byla nejvyrovnanější. Následně bylo zjištěno, že celkově jsou pracovníci převážně nevytíženi. Z toho důvodu, se začalo pracovat i s jejich počtem. Z předešlých zkušeností bylo ve fázi plánování stanoveno celkem 20 pracovníků. S ohledem na aktuální stav časového využití byl po optimalizaci stanoven nový počet na 14 pracovníků. Tímto krokem došlo k podstatnému ušetření pracovní síly. Balancování linky se provádělo pomocí týmového brainstormingu. Tento tým měl za úkol vygenerovat co nejvíce nápadů a následně určit tu nejlepší variantu řešení. Varianta s nejlepším řešením se nadále rozpracovala.

Současně se prováděla studie pomocí MOST analýzy, která zhodnotila časové hodnoty získané pomocí chronometráže. Jak již bylo zmíněno, v kapitole 4.4 – MOST analýza, standardně se jako první provádí metoda předem stanovených časů, kdy je předem stanoven čas a poté až chronometráž. S ohledem na danou situaci tomu bylo naopak – tj. nejdříve chronometráž a následně MOST analýza. Podle předešlých zkušeností se navíc očekává snížení všech naměřených hodnot zhruba o 20 – 30 %. Tímto se přibližně dostaneme na časové hodnoty, které odpovídají výsledkům z MOST analýzy. Pokud se těmito časovými údaji skutečně přiblížíme, bude možné vyrábět i více kusů. To ovšem závisí i na požadavcích zákazníka. Je velmi pravděpodobné, že dojde k navýšení počtu zakázek. Pokud se však množství zakázek nenavýší, může dojít k opětovnému přerozdělení operací tak, aby se některé pracoviště zcela zrušilo.

Následující Tabulka 12 porovnává časové hodnoty získané pomocí MOST analýzy a chronometráže. Poslední sloupec je tvořen údaji, které vzniknou po snížení naměřených časů o 25 %. Jak již bylo uvedeno, nová výrobní linka je ve fázi testování a současně dochází k zaučování všech pracovníků na lince. V této tabulce jsou oranžovou barvou vyznačeny hodnoty, které se od MOST analýzy nejvíce odchýlily. Jedná se o časovou hodnotu na přípravném pracovišti FSB, na kterém byl již kompletně zaučený pracovník. Zároveň při prováděném měření pracovník pracoval rychleji. S ohledem na tyto skutečnosti, čas po zaučení není v tomto případě relevantní.

Druhá odchylka je na výrobním pracovišti FSA-05, kde probíhají nejnáročnější operace z celého výrobního procesu – nasazení back panelu a zavírání sandwiche opěry. Pracovník musí být velmi opatrný, aby nedošlo k roztržení potahu nebo poškození back panelu, který je pevný, ale zároveň křehký. U těchto činností lze výrobní čas snížit pouze velmi důkladným zatrénováním. I přes to je již teď zřejmé, že nedojde ke snížení naměřené

hodnoty o 25 %, jako je tomu na jiných pracovištích. Cílem je dosáhnout na časovou hodnotu podle MOST analýzy, tj. 581 sekund – snížení je přibližně o 8 %.

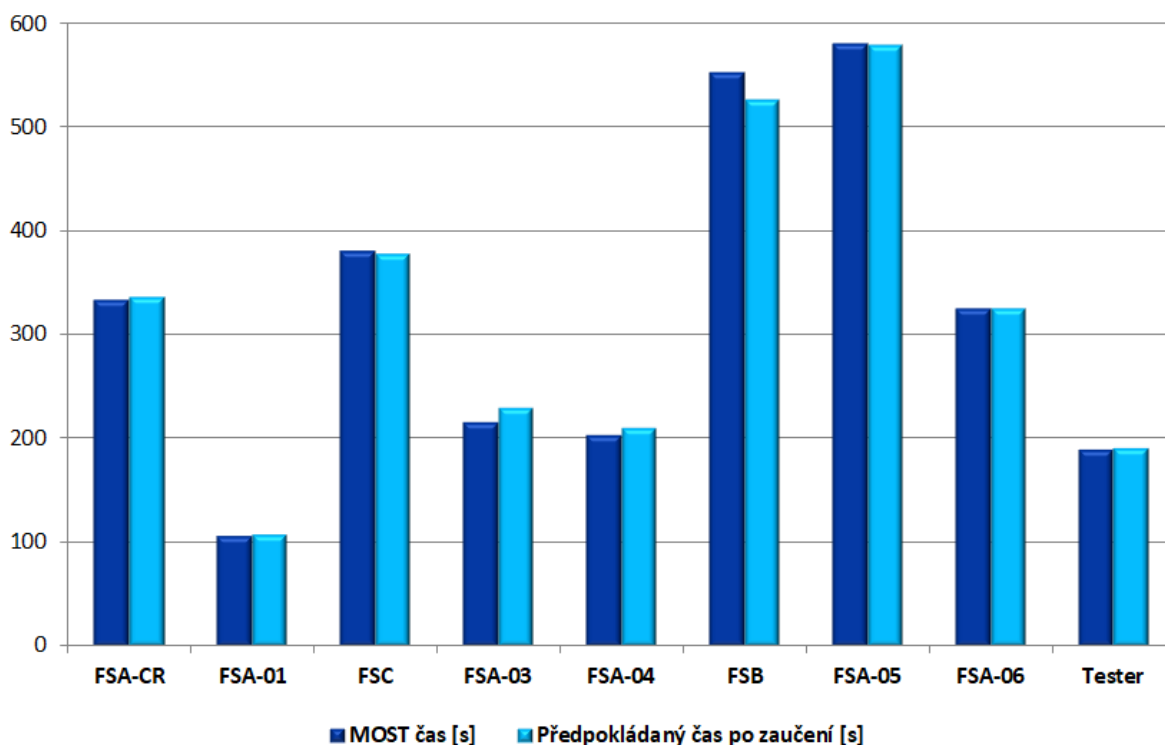
Poslední odchylka je na kontrolním pracovišti Tester. V tomto případě se neočekává žádné snížení naměřeného času, protože zde dochází k automatickému testování sedadla. I v tomto případě čas po zaučení není významný.

Pracoviště	MOST analýza [s]	Chronometráž [s]	Předpokládaný čas po zaučení [s]
FSA-CR	335	443	337
FSA-01	108	145	109
FSC	382	498	378
FSA-03	217	307	230
FSA-04	204	282	212
FSB	553	526	není relevantní
FSA-05	581	630	není relevantní
FSA-06	326	435	326
Tester	191	192	není relevantní

Tabulka 12: Předpokládané časy po zaučení pracovníků [vlastní]

Pro lepší vizualizaci Tabulky 12 byl vytvořen následující Graf 5, který zobrazuje časové hodnoty získané pomocí MOST analýzy a předpokládané časy po zaučení pracovníků. Z grafu je patrné, že po zaučení pracovníků se skutečně přiblížíme časům z MOST analýzy. Kvůli vzniklým odchylkám, u některých pracovních míst, jsou časové hodnoty pracoviště FSB a Tester použity z chronometráže. U pracoviště FSA-05 došlo ke snížení naměřené hodnoty o zmiňovaných 8 %.

Předpokládané časy po zaučení pracovníků v porovnání s MOST analýzou



Graf 5: Předpokládané časy po zaučení pracovníků v porovnání s MOST analýzou [vlastní]

Dalším cílem bylo sestavení pracovních instrukcí v papírové formě. Celkem bylo zhotoveno deset instrukcí pro deset pracovišť. Současně jsem se podílela na tvorbě systémových instrukcí, které se zadávají do LPS systému. Dále se vytvořil dokument process flow chart, který graficky znázorňuje jednotlivé operace pracovního postupu tak, jak na sebe navazují. Posledním úkolem byl návrh nového layoutu, na kterém je možné dále pracovat.

Zadané cíle diplomové práce byly splněny a výsledky jsou aplikovány do firemních postupů.

Během vypracovávání praktické části diplomové práce se narazilo na určité nedostatky, které byly odstraněny a jsou popsány níže.

1. LCD monitory

LCD monitory byly umístěny mimo pracovní oblast, proto nově došlo k přesunu monitorů do pracovní oblasti pracovníka. Dříve se monitory nacházely dva kroky od operátora, současně jsou přemístěny na dosah. Časová úspora se vykalkulovala pomocí metody MTM-1, kdy se z datové karty zjistilo, že chůze do vzdálenosti 1 metru je v časových jednotkách 25 TMU. V našem případě byla délka chůze 1 metru k monitoru a nazpět, což znamená celková vzdálenost 2 metry. V časových jednotkách je vzdálenost 2 metry vyčíslená jako

50 TMU. Na každém pracovišti jsou dva monitory, proto je nutné časovou jednotku vynásobit hodnotou dvě.

- Vzdálenost k jednomu monitoru: $2 \text{ metry} = 50 \text{ TMU}$
- Vzdálenost ke dvěma monitorům: $4 \text{ metry} = 100 \text{ TMU} = 100 \times 0,036 = 3,6 \text{ sekund}$
- Časová hodnota k šesti pracovištím: $3,6 \times 6 = 21,6 \text{ sekund}$
- Časová hodnota při výrobě 40 kusů: $21,6 \times 40 = 864 \text{ sekund}$
- Časová hodnota v minutách: $864 \div 60 = 14,4 \text{ minut}$

Po přesunu monitorů u šesti výrobních pracovišť došlo k časové úspoře celkem 14,4 minut na směnu. Touto optimalizací bude možné vyrábět více kusů výrobků. Současně došlo k ergonomickému řešení, protože pracovník má monitor na dosah a zároveň je umístěn do přijatelnější výšky než u původního řešení.



Obrázek 65: Původní umístění LCD monitorů [vlastní]

Pro lepší pochopení situace, kam jsou LCD monitory nově umístěny, je na Obrázku 66 vyznačen přesun pomocí žluté šipky.



Obrázek 66: Nové umístění LCD monitorů [vlastní]

2. Manipulační vozíky

Po přesunutí LCD monitorů dále došlo k odladění manipulačních vozíků. Zjistilo se, že vozíky nebyly zkonstruovány přesně. A proto vznikaly problémy při šroubování s pozičním ramenem. Nastavené polohy šroubování u prvního sedadla neodpovídaly polohám u dalších sedadel. LPS systém uváděl chyby, protože nebyla splněna podmínka přesné polohy při šroubování s pozičním ramenem. Tato situace se vyřešila přeměřením a úpravou některých manipulačních vozíků tak, aby polohy při šroubování byly totožné.

Jelikož je automotive dynamické prostředí, očekává se navýšení počtu zakázek přibližně na 80 kusů denně. V tomto případě by se jednalo o zavedení druhé směny. O této situaci se v současné době jedná se zákazníkem.

Závěr

Tato diplomová práce se zabývá výrobními procesy, konkrétně návrhem nové výrobní linky pro sériovou výrobu automobilových sedadel ve společnosti Lear Corporation s.r.o. Hlavním cílem bylo balancování linky a vytvoření časových analýz pomocí metody MOST. Dalším úkolem bylo rozdělení operací na nová pracoviště a detailní popis jednotlivých činností. V neposlední řadě tvorba pracovních instrukcí v papírové i systémové podobě a dokumentu process flow chart.

V úvodních kapitolách je největší důraz kladen na teoretické poznatky z oblasti měření spotřeby času. Detailně jsou popsány metody přímého a nepřímého měření.

V další kapitole je popsána základní charakteristika společnosti Lear Corporation s.r.o., ve které je tato diplomová práce zpracována. Dále je zobrazeno portfolio výroby projektů BMW a layout výrobní haly závodu v Ostrově u Stříbra.

Třetí kapitola je zaměřena na popis současného stavu výrobní linky projektu BMW F87. Součástí této kapitoly je představení časové náročnosti výrobní linky s popisem pracovišť a operací na nich prováděných.

Ve čtvrté kapitole je přestavena hlavní část práce, která je zaměřena na návrh nového řešení výrobní linky. Prvním úkolem bylo stanovit časovou náročnost na jednotlivých pracovištích podle aktuálních požadavků od zákazníka na vyráběné množství. Zároveň došlo k rozdělení operací na jednotlivá pracoviště tak, aby na sebe dílčí činnosti navazovaly. Z předešlých zkušeností bylo stanoveno, že na celé výrobní lince práci zastane celkem 20 pracovníků. Při balancování však bylo zjištěno, že celkově jsou pracovníci nevytíženi. Je potřeba říci, že některé pozice byly naopak přetíženy. S ohledem na jejich časové využití byl po optimalizaci stanoven nový počet, a to 14 pracovníků. Tímto krokem tedy došlo k podstatnému ušetření pracovní síly.

Druhým úkolem bylo vytvořit časové analýzy pomocí metody MOST, které sloužily k porovnání naměřených časů pomocí chronometráže. Z důvodu velkého časového vytižení a výroby prvních sedadel se nestandardně jako první prováděla chronometráž a následně pak MOST analýza. Chronometráž měla spíše informativní charakter a sloužila převážně ke zjištění přibližných časových hodnot. Aktuálně je nová výrobní linka ve fázi testování a zaučování pracovníků. Z předešlých zkušeností se očekává snížení naměřených časů stopkami přibližně o 20 – 30 %. Takto se přibližně dostaneme na časové hodnoty, které odpovídají výsledkům z MOST analýzy. Po snížení časů o 25 % byly zjištěny tři odchylky. První odchylka vznikla na přípravném pracovišti FSB, kde je již kompletně zaučený pracovník, a proto se v tomto případě čas snižovat nebude. Druhá odchylka je na výrobním pracovišti FSA-05, kde probíhají nejnáročnější operace. S ohledem na náročnost se očekává snížení pouze o 8 – 10 %. Poslední odchylka je na kontrolním pracovišti Tester, kde dochází k automatickému testování sedadla. Z toho důvodu, se opět čas snižovat nebude. Celkem bylo vytvořeno devět MOST analýz na devět pracovišť.

Dalšími úkoly bylo vytvoření pracovních instrukcí v papírové formě. Celkem bylo vytvořeno deset pracovních instrukcí. Dále jsem se podílela na tvorbě systémových instrukcí, které se zadávají do LPS systému. Součástí práce je i detailní popis jednotlivých operací

na všech pracovištích. Dále byl vytvořen dokument process flow chart, který jednotlivé činnosti znázorňuje tak, jak na sebe navazují.

V poslední kapitole lze nalézt kompletní zhodnocení a přínosy nového návrhu výrobní linky, které byly stručně popsány i výše. Současně jsou popsány i nedostatky, na které se během vypracování narazilo, a které byly vzápětí odstraněny. Za zmínku stojí, že při přesunu LCD monitorů do pracovní oblasti pracovníka došlo k časové úspoře 14,4 minut za směnu. Touto optimalizací bude možné vyrábět více kusů výrobků. Navíc došlo k ergonomickému řešení, protože se monitory nově umístily pracovníkovi na dosah a zároveň do vhodnější výšky než u původního řešení.

Při zpracování této práce jsem se přesvědčila, že automobilový průmysl patří mezi dynamické prostředí. Od začátku zpracování této diplomové práce se mnohokrát aktualizovaly veškeré informace. Například při tvorbě pracovních instrukcí se dokumenty upravovaly s každou provedenou změnou, a to zabralo poměrně dost času. Po této změně však často přišel nový požadavek, a tak docházelo k opětovnému přepracování. Současně se musely aktualizovat MOST analýzy a process flow chart. Tento čas se však mohl využít daleko efektivněji. Jako doporučení do budoucna bych opět navrhovala pravidelný týmový brainstorming, který se doposud používal pouze na přerozdělení operací na pracoviště. Pomocí této metody by se dalo určit i pořadí dílčích operací tak, aby byly splněny požadavky od zákazníka a současně aby při výrobě nevznikaly problémy. Diskuze by se měli účastnit zkušení pracovníci z výroby, mistr linky a průmyslový inženýr, který má danou výrobní linku na starosti. Tímto opatřením by se mělo zabránit neustálým přepracování pracovních instrukcí, MOST analýz a dokumentu process flow chart.

Dalším návrhem do budoucna by bylo sloučit pracoviště FSA–CR a FSA–01. V současné době pracovníci mezi těmito pracovišti přechází. Tato změna by však přicházela v úvahu po skončení stávajícího projektu BMW F12. Změna by vedla ke zkrácení linky a k ušetření prostoru, který by se dal využít pro jiný projekt.

Při zpracování této práce jsem si především ověřila, že metoda MOST není složitá na pochopení, ale spíše na vypracování. V některých situacích bylo sporné, jaký sekvenční model využít a to zejména mezi modelem obecného a řízeného přemístění. Tyto situace jsem vždy konzultovala se zkušenějšími kolegy. Zároveň jsem zjistila, že i při tvorbě MOST analýz jsou důležité zkušenosti a praxe analytika.

Seznam použité literatury

- [1] BOTEK, Marek, ADAMEC, Libor. *Sbírka příkladů z inženýrské ekonomiky a managementu*. Vyd. 2., Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2004. ISBN: 80-7080-544-7.
- [2] POLEHŇA, Vladimír. *Výrobní proces-kapitola 27* [online]. 2012. [cit. 16. 10. 2017]. Dostupné z: <<http://www.ssto-havirov.cz/katalog-obrazku/clanek-171/1689-vy-52-inovace-525-27.pdf>>.
- [3] Přednášky z předmětu Projektování výrobních procesů. *Výrobní postupy*. KTO/PVP, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [4] GOLDFINGER, Michal. *Aplikace metod předem stanovených časů ve výrobním podniku* [online]. Plzeň, 2012. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. [cit. 16. 10. 2017]. Dostupné z: <<https://otik.uk.zcu.cz/handle/11025/2290>>.
- [5] PAVEL, Aleš. *Zvýšení efektivity výrobní linky* [online]. Plzeň, 2014. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. [cit. 16. 10. 2017]. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/13179/1/BP_Ales_Pavel.pdf>.
- [6] SPRINGINSFELDOVÁ, Nelly. *Normování práce – pracovněprávní hledisko* [online]. Brno, 2012. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Právnická fakulta. [cit. 20. 10. 2017]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/244845/pravf_m/Text_DP.pdf>.
- [7] DLABAČ, Jaroslav. *Analýza a měření práce. Academy of Productivity and Innovations* [online]. 2015. [cit. 21. 10. 2017]. Dostupné z: <<http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>>.
- [8] KRÁL, Miroslav. *Metody a techniky užití v ergonomii*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2001. ISBN 80-238-7930-8.
- [9] BUREŠ, Marek. Přednášky z předmětu Řízení a organizace práce. *Normování práce*. KPV/ŘOP. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [10] PETRŽELA, Jakub. *Studie efektivnosti využití strojů ve vybraném provozu* [online]. Brno, 2015. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská. [cit. 22. 10. 2017]. Dostupné z: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30303463.pdf>>.
- [11] VYTLAČIL, Milan, MAŠÍN, Ivan a STANĚK, Miroslav. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997. ISBN 80-902235-1-6.
- [12] BUREŠ, Marek. Přednášky z předmětu Řízení a organizace práce. *MTM*. KPV/ŘOP. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [13] Metódy vopred určených časov. *IPA Slovakia* [online]. 2012. [cit. 2. 11. 2017]. Slovník. Dostupné z: <<https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/metody-vopred-urceny-ch-casov>>.
- [14] MTM – Methods Time Measurement. *IPA Slovakia* [online]. 2012. [cit. 6. 11. 2017]. Slovník. Dostupné z: <<https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/mtm-methods-time-measurement>>.

- [15] *MTM-2* [online]. [cit. 10. 11. 2017].
Dostupné z: <<http://www.ukmtm.co.uk/systems/mtm-2.html>>.
- [16] *Metody předem stanovených časů* [online]. [cit. 12. 11. 2017]. Dostupné z: <<http://www.kvs.tul.cz/getFile/case:get/id:14042>>.
- [17] BUREŠ, Marek. Přednášky z předmětu Řízení a organizace práce. *MOST*. KPV/ŘOP. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [18] ZANDIN, Kjell B.: *MOST Work Measurement System*. CRC Press, Florida, USA, c2003. ISBN 978-0-8247-0953-2.
- [19] Analýza a měření práce pomocí Basic MOST – Interní podklady. Lear Corporation Czech Republic s.r.o. 2013.
- [20] JAKŮBEK, Ivo. *Zvýšení produktivity práce zlepšením organizace práce a normovacích metod* [online]. Zlín, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky. [cit. 5. 12. 2017]. Dostupné z: <https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/12379/jak%C5%AFbek_2010_bp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [21] KOZEL, Petr. Přednášky z předmětu Metody průmyslového inženýrství. *5S Metodika*. KPV/MPI. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [22] Brainstorming. *Managementmania* [online]. [cit. 5. 12. 2017]. Dostupné z: <<https://managementmania.com/cs/brainstorming>>.
- [23] EDL, Milan. Přednášky z předmětu Plánovací a rozhodovací techniky. *Výběr kritérií, tvorba variant a stanovení jejich důsledků*. KPV/PRT. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [24] JIT (Just-in-time). *Managementmania* [online]. [cit. 12. 12. 2017]. Dostupné z: <<https://managementmania.com/cs/just-in-time>>.
- [25] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a VALSA, Ondřej. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C. H. Beck, 2012. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [26] ŠIMON, M. *Průmyslové inženýrství 2007*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007, CD-ROM s. ISBN: 978-80-7043-619-6.
- [27] MILDORF, Lukáš. *Štíhlá výroba v prostředí dodavatelů automobilového průmyslu* [online]. [cit. 18. 12. 2018]. Dostupné z: <<http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj54-cz.pdf>>.
- [28] KOZEL, Petr. Přednášky z předmětu Metody průmyslového inženýrství. *Plytvání*. KPV/MPI. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [29] Štíhlá výroba – Lean Production. *SyNext* [online]. [cit. 5. 1. 2018]. Dostupné z: <<http://www.synext.cz/stihla-vyroba-lean-production.html>>.
- [30] VYTLAČIL, Milan, MAŠÍN, Ivan a STANĚK, Miroslav. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997. 276 s. ISBN 80-902235-1-6.

- [31] Lear Corporation | Automotive Seating & Electrical Systems. *Lear Corporation | Automotive Seating & Electrical Systems* [online]. Copyright © 2017. [cit. 27. 11. 2017]. Dostupné z: <www.lear.com/>.
- [32] The history of Lear Corporation. *Lear Corporation* [online]. Copyright © 2017. [cit. 27. 11. 2017]. Dostupné z: <http://lear.com/user_area/content_media/raw/FINAL_2017HISTORYOFLLEAR.pdf>.
- [33] MAŘÍK, Jan. *Harmonizace produktového a procesního auditu s požadavky normy ISO/TS 16949 v montážním systému* [online]. Plzeň, 2015. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. [cit. 27. 11. 2017]. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/20393/1/DP_HPPA_ISO_TS_16949_MARIK_Jan.pdf>.
- [34] Interní podklady Lear Corporation s.r.o.
- [35] Veřejný rejstřík a sbírka listin. *Or.justice* [online]. [cit. 2. 12. 2017]. Dostupné z: <<https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=42542&typ=PLATNY>>.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma výrobního procesu – vlastní tvorba [2]	12
Obrázek 2: Metody pro měření spotřeby času – vlastní tvorba [4], [5]	14
Obrázek 3: Průběh výkonnosti ve směně [9]	16
Obrázek 4: Therbligs [12]	19
Obrázek 5: Sekvenční model - Obecné přemístění – vlastní tvorba [10], [17]	27
Obrázek 6: Data karta - Obecné přemístění [17]	27
Obrázek 7: Sekvenční model - Řízené přemístění - vlastní tvorba [10], [17]	29
Obrázek 8: Data karta - Řízené přemístění I. [17]	29
Obrázek 9: Data karta - Řízené přemístění II. [17]	30
Obrázek 10: Sekvenční model - Použití nástroje - vlastní tvorba [10], [17]	31
Obrázek 11: Data karta - Použití nástroje I. [17]	32
Obrázek 12: Data karta - Použití nástroje II. [17]	32
Obrázek 13: Rodina metody MOST - vlastní tvorba [10], [18]	33
Obrázek 14: Schéma pro výběr vhodné metody MOST - vlastní tvorba [18]	36
Obrázek 15: Formulář Basic MOST [17]	37
Obrázek 16: Logo společnosti Lear Corporation [31]	44
Obrázek 17: Pobočky společnosti Lear v České republice [31]	45
Obrázek 18: Ukázka automobilů pro sedadla F12, F13, F06 [34]	46
Obrázek 19: Ukázka vyrobených sedadel F12, F13 [34]	46
Obrázek 20: Ukázka automobilů pro sedadla F34, F36 [34]	47
Obrázek 21: Ukázka vyrobených sedadel F34, F36 [34]	47
Obrázek 22: Ukázka automobilu pro sedadla I15 [34]	47
Obrázek 23: Ukázka automobilu pro sedadla F87 [34]	48
Obrázek 24: Ukázka vyrobeného sedadla F87 [vlastní]	48
Obrázek 25: Ukázka automobilu pro sedadla G14/G15/G16 [34]	48
Obrázek 26: Ukázka vyrobeného sedadla G16 [vlastní]	49
Obrázek 27: Celkový layout společnosti [34]	50
Obrázek 28: Současný layout výrobní linky pro BMW I15/F87 [vlastní]	53
Obrázek 29: Pracoviště FS-01 - přední pohled [vlastní]	53
Obrázek 30: Pracoviště FS-01 - zadní pohled [vlastní]	53

Obrázek 31: Pracoviště FS-02 [vlastní]	54
Obrázek 32: Pracoviště FSA-1,2 [vlastní].....	55
Obrázek 33: Pracoviště Testeru [vlastní]	56
Obrázek 34: Pracoviště CAM [vlastní]	56
Obrázek 35: Pracoviště Rework [vlastní].....	57
Obrázek 36: Výsledný produkt projektu F87 [vlastní].....	57
Obrázek 37: Nový návrh layoutu výrobní linky BMW F78 implementovaný do stávající linky BMW F12 [vlastní]	63
Obrázek 38: Pracoviště FSA-CR - přední pohled [vlastní].....	64
Obrázek 39: Pracoviště FSA-CR - zadní pohled [vlastní]	64
Obrázek 40: Pracoviště FSA-01 - přední pohled [vlastní]	65
Obrázek 41: Pracoviště FSA-01 - zadní pohled [vlastní].....	65
Obrázek 42: Pracoviště FSC-1 [vlastní].....	66
Obrázek 43: Pracoviště FSA-2 [vlastní].....	66
Obrázek 44: Pracoviště FSA-03 - přední pohled [vlastní]	67
Obrázek 45: Pracoviště FSA-03 - zadní pohled [vlastní].....	67
Obrázek 46: Pracoviště FSA-04 - přední pohled [vlastní]	68
Obrázek 47: Pracoviště FSA-03 - zadní pohled [vlastní].....	68
Obrázek 48: Pracoviště FSB-1 [vlastní].....	69
Obrázek 49: Pracoviště FSB-2[vlastní].....	69
Obrázek 50: Pracoviště FSA-05 - přední pohled [vlastní]	70
Obrázek 51: Pracoviště FSA-05 - zadní pohled [vlastní].....	70
Obrázek 52: Pracoviště FSA-06 - přední pohled [vlastní]	71
Obrázek 53: Pracoviště FSA-06 - zadní pohled [vlastní].....	71
Obrázek 54: Pracoviště Testeru [vlastní]	72
Obrázek 55: Pracoviště FSA-08 [vlastní].....	73
Obrázek 56: Pracoviště Rework [vlastní].....	73
Obrázek 57: Manipulační vozík [vlastní].....	74
Obrázek 58: Detail RFID čtečky se spojením s RFID kartou [vlastní].....	75
Obrázek 59: Umístění sedadel na manipulačním vozíku [vlastní].....	75
Obrázek 60: Ukázka vybraných bodů pracovní instrukce [vlastní]	76
Obrázek 61: Systémová instrukce pracoviště FSA-04 - krok č. 1 [vlastní]	78

Obrázek 62: Systémová instrukce pracoviště FSA-04 - krok č. 2 [vlastní]	79
Obrázek 63: Systémová instrukce pracoviště FSA-04 - krok č. 3 [vlastní]	79
Obrázek 64: Systémová instrukce pracoviště FSA-04 - krok č. 4 [vlastní]	80
Obrázek 65: Původní umístění LCD monitorů [vlastní]	85
Obrázek 66: Nové umístění LCD monitorů [vlastní]	86

Seznam tabulek

Tabulka 1: Používané časové jednotky – vlastní tvorba [11], [12]	20
Tabulka 2: Vyšší stupně metody MTM – vlastní tvorba [12]	21
Tabulka 3: MTM–1: Pohyby ruky a prstů – vlastní tvorba [12]	22
Tabulka 4: MTM–1: Funkce zraku – vlastní tvorba [12]	22
Tabulka 5: MTM–1: Pohyby těla a dolních končetin – vlastní tvorba [12]	22
Tabulka 6: Porovnání metody MTM a MOST z hlediska spotřeby času analytika - vlastní tvorba [17]	39
Tabulka 7: Porovnání metody MTM a MOST z hlediska rozsahu dokumentace - vlastní tvorba [17]	39
Tabulka 8: Optimalizovaný počet pracovníků [vlastní]	61
Tabulka 9: Optimalizované časy podle počtu pracovníků [vlastní]	61
Tabulka 10: Porovnání MOST analýzy a chronometráže [vlastní]	81
Tabulka 11: Ukázka vybraných bodů MOST analýzy [vlastní]	81
Tabulka 12: Předpokládané časy po zaučení pracovníků [vlastní]	83

Seznam grafů

Graf 1: Časová náročnost současné linky [vlastní]	52
Graf 2: Časová náročnost linky - původní hodnoty [vlastní]	59
Graf 3: Časová náročnost linky - nové hodnoty [vlastní]	60
Graf 4: Časové využití pracovníků na jednotlivých pracovištích [vlastní]	62
Graf 5: Předpokládané časy po zaučení pracovníků v porovnání s MOST analýzou [vlastní]	84

Seznam příloh

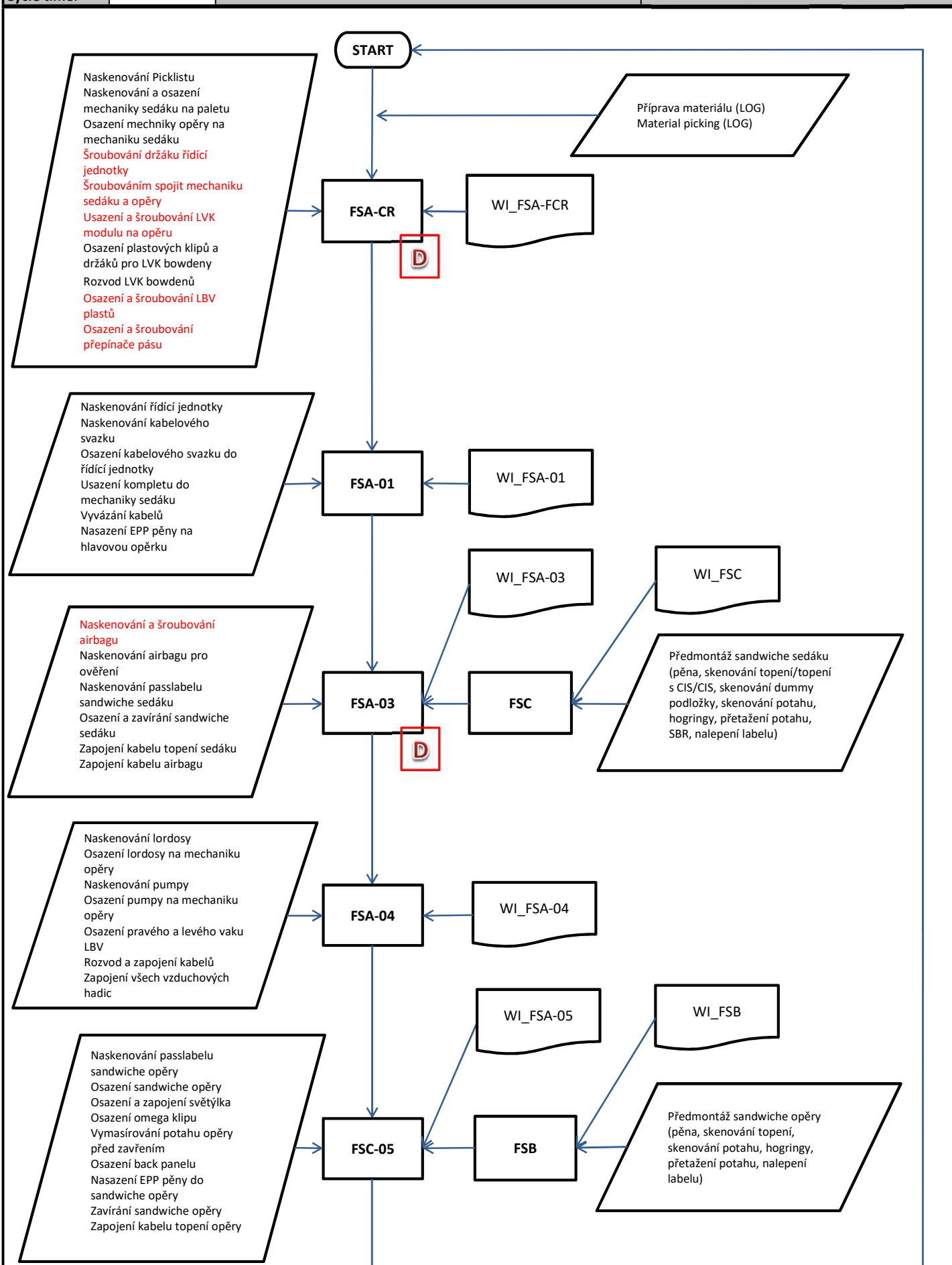
PŘÍLOHA č. 1: Process flow chart

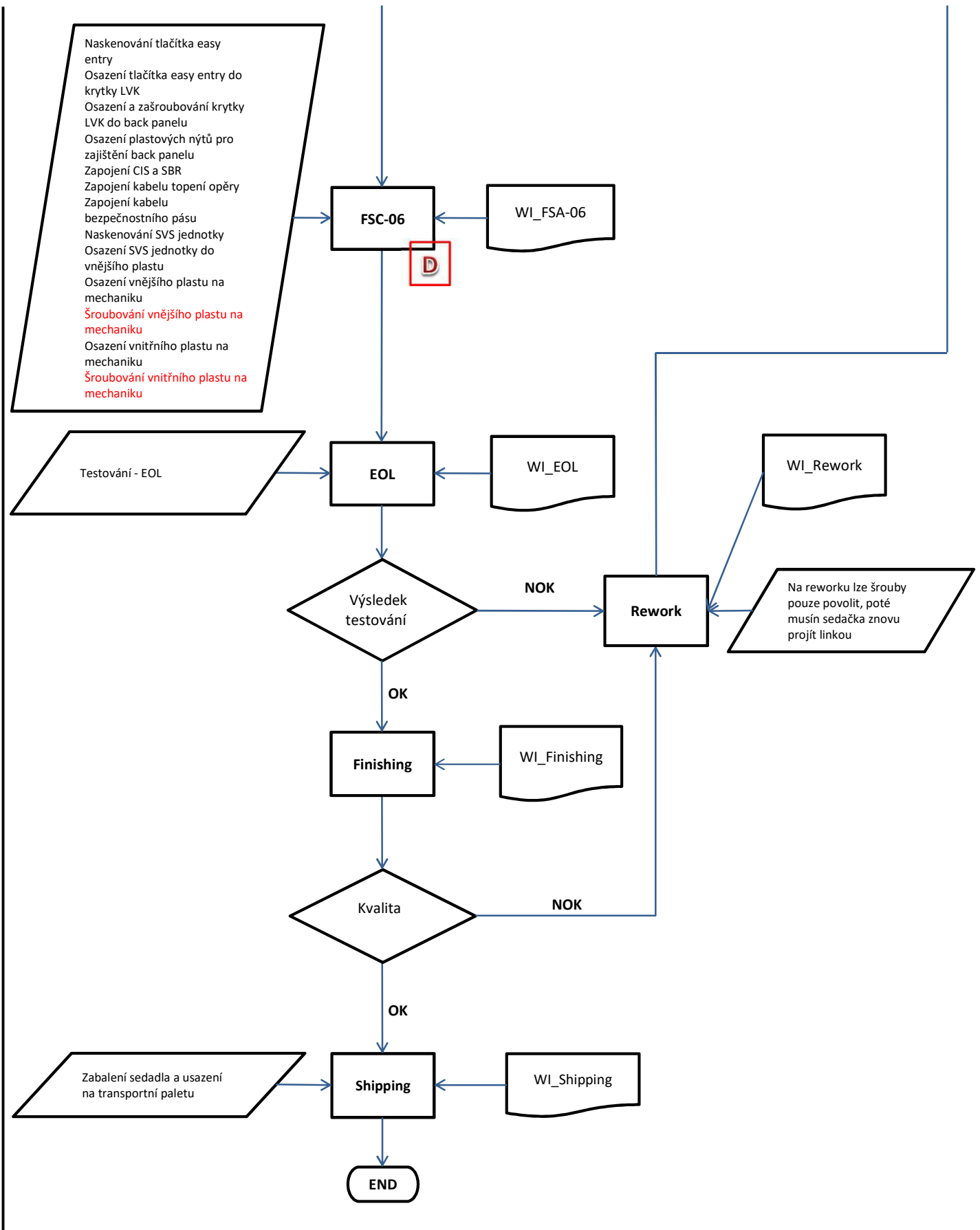
PŘÍLOHA č. 2: Pracovní instrukce pracoviště FSA–CR

PŘÍLOHA č. 3: MOST analýza pracoviště FSA–CR

PŘÍLOHA č. 1

Process flow chart





Vystavil: L. Koudelová dne: 09.04.2018 schválil: dne:

Legenda:

	operace/proces		rozhodovací proces		dokument/záznam		začátek a konec procesu
	popis		Spojka (mezi documenty)		porovnání		řazení / sequence

Schvalovací proces: Engineering → Quality → Production

PŘÍLOHA č. 2

Pracovní instrukce pracoviště FSA–CR

LEAR TECHNOLOGIES	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x						Manual			
		Operace		Montáž mechaniky sedáku a opěry						
Standardní pracovní instrukce			Pracovní instrukce s kontrolou kvality	Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

Popis operací pracoviště:

1. Nasazení mechaniky sedáku do montážní palety
2. Montáž držáku řídicí jednotky
3. Nasazení mechaniky opěry
4. Montáž LVK modulu
5. Montáž plastových držáků bowdenů
6. Rozvod bowdenů od LVK modulu
7. Montáž plastů LBV
8. Montáž přepínače pásu

Pracovní prostředky:

1. Pneumatická utahovačka
2. Elektrický pistolový utahovák
3. Šroubovák
4. Upravená špachtle
5. Jehla



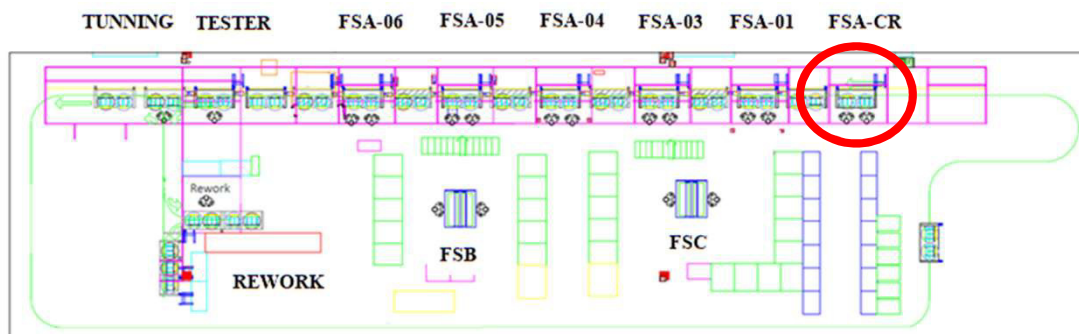
Povinné ochranné pracovní prostředky:

1. Pracovní obuv
2. Pracovní rukavice protiřezné



Doporučené ochranné pracovní prostředky:

Layout pracoviště:



Seznam dokumentace:

1. Pracovní postup

Kontrolní tabulka:

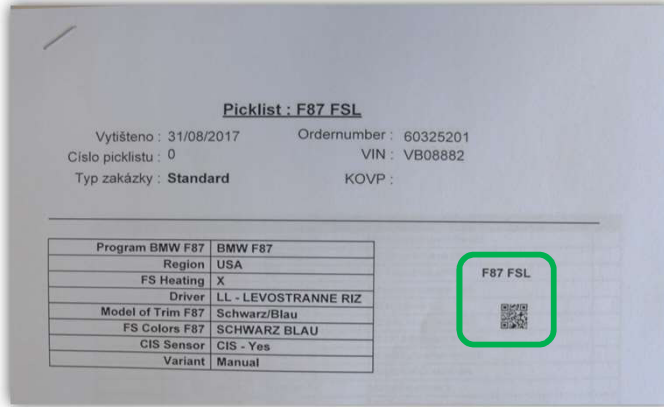
Prověření / zkouška / kontrola	Odpovědnost	Četnost	Způsob provedení	Dokument	Poznámka
Prověření nepoškození součástí	Operátor	100%	Pohledem	-	Všech montovaných částí
Prověření použití správných dílů (P/N)	Operátor	100%	Čtečkou barkódů	LPS	Mechanika sedáku
Prověření všech částí	Operátor	100%	vizuálně	LPS	Všech montovaných částí
Kontrola všech částí	Operátor	100%	vizuálně	LPS	Všech montovaných částí

Vypracoval		Schválil					
Engineering		Engineering		Quality		Production	
		Změna PFMEA	<input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE	Změna control. plánu	<input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE
L. Koudelová							
Index	Datum	Popis					
1	01.03.2018	Vznik dokumentu					

LEAR PROFESSION	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

Krok	Foto	Popis
------	------	-------

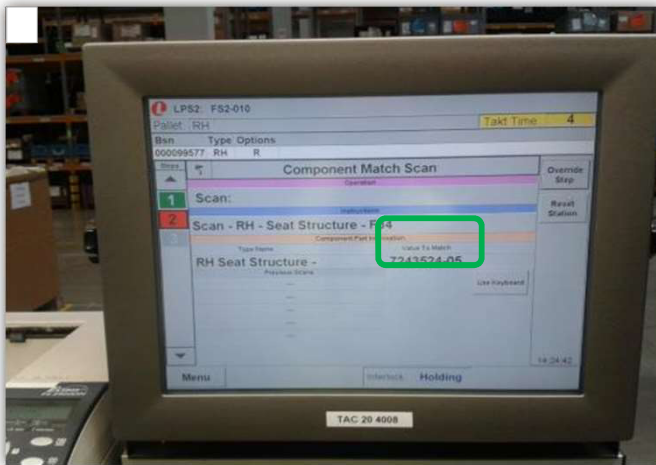
1



- Naskenujte zakázku z výrobních papírů.



2



- Zjistěte typ mechaniky podle obrazovky LPS.

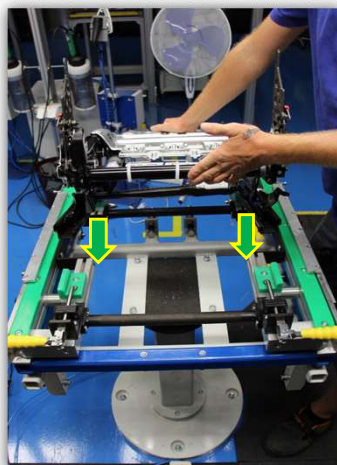


3



- Vyberte mechaniku z boxu a doneste ji na pracoviště
- uchopení zásadně pouze za boční části mechaniky

4

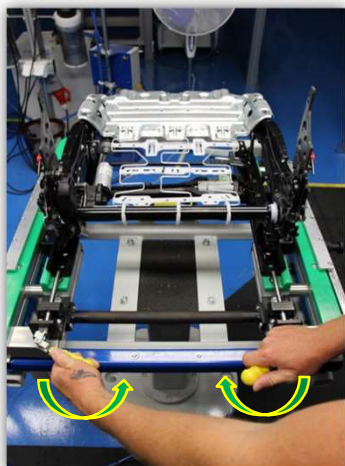


- Osadte mechaniku sedadla do montážního přípravku, který musí být odjištěný (páky směřují ven).

LEAR INNOVATION	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

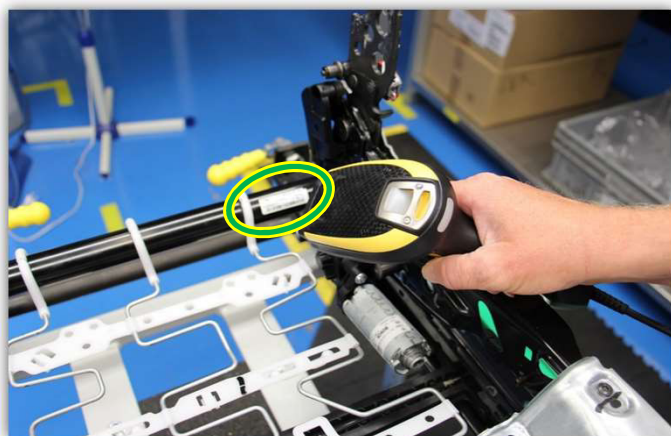
Krok	Foto	Popis
------	------	-------

5



- Mechaniku v přípravku zajistěte překlopením pák směrem dovnitř.

6



- Naskenujte mechaniku sedáku.



7



- Vyberte z regálu držák řídicí jednotky podle aktuální zakázky.

8



- Vyberte z regálu držák řídicí jednotky podle aktuální zakázky.

LEAR F87-217010	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

Krok	Foto	Popis
------	------	-------

9

LPS VISUAL AID

- Na LPS monitoru potvrďte správný díl držáku řídicí jednotky podle aktuální zakázky.

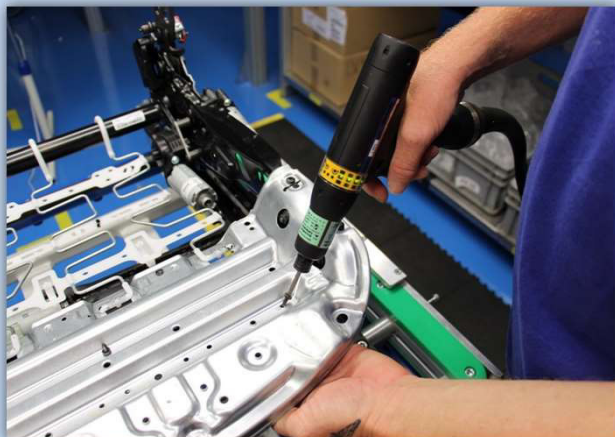


10



- Vyberte z regálu šrouby pro montáž držáku řídicí jednotky.

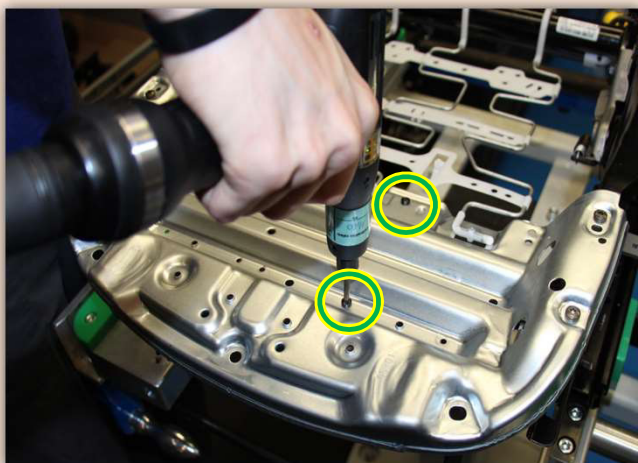
11



- Postupně zašroubujte všechny šrouby držáku řídicí jednotky.
- Po úspěšném zašroubování LPS informuje o šroubování dalšího šroubu. Sledujte LPS monitor.

LPS

12



- Postupně zašroubujte všechny šrouby držáku řídicí jednotky.
- Po úspěšném zašroubování LPS informuje o šroubování dalšího šroubu. Sleduj LPS monitor.

LPS

LEAR CORPORATION	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

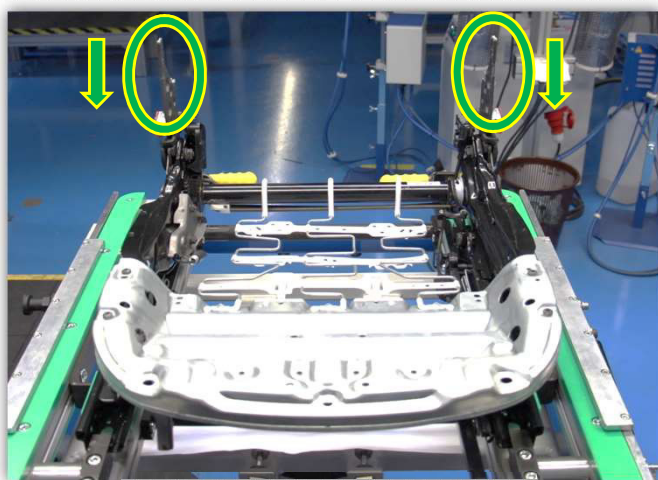
Krok	Foto	Popis
------	------	-------

13



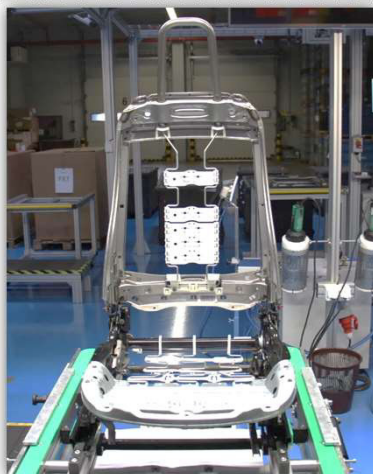
- Vyberte z boxu mechaniku opěry.

14



- Nasuňte mechaniku opěry směrem dolů, na sedadlo, na vyznačené trny.

15



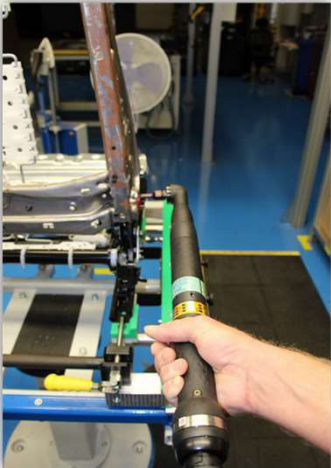


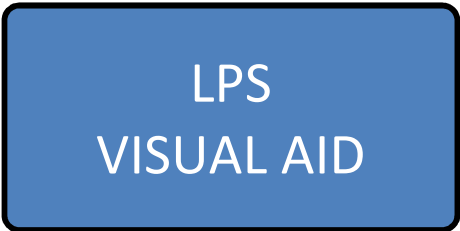
- Výsledná sestava sedadla a opěry před zašroubováním.

16



- Vyberte z regálu šrouby pro spojení opěry se sedadlem.

LEAR INSTRUMENTATION	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
								Společné		
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

Krok	Foto	Popis
17		<ul style="list-style-type: none"> • Nejdříve zašroubujte jednu stranu sedadla. • Po správném zašroubování zobrazí LPS monitor požadavek na šroubování druhého šroubu.
18		<ul style="list-style-type: none"> • Zašroubujte i druhou stranu sedadla. • Po správném zašroubování se na LPS monitoru objeví požadavek na další krok montáže.
19		<ul style="list-style-type: none"> • Vyberte z regálu LVK modul.
20		<ul style="list-style-type: none"> • Na LPS monitoru potvrďte správný díl LVK modulu.

LPS

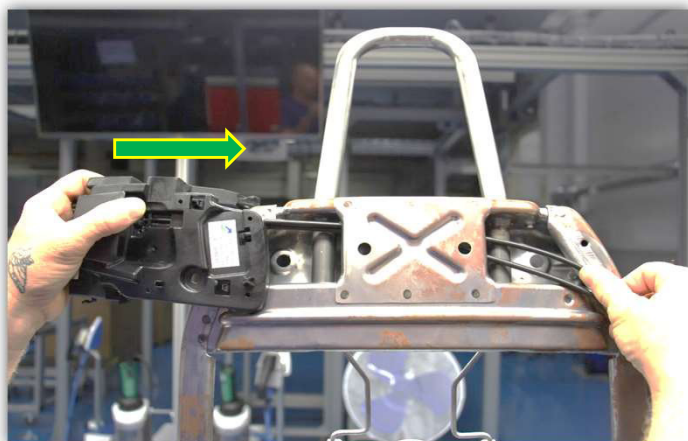
LPS

LPS

LEAR PROFESSION	WI x	Číslo dokumentu	FSA-CR Montáž mechaniky sedáku a opěry	F87				Electric	Index	1
		Operace						Manual Společné		
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

Krok	Foto	Popis
------	------	-------

21



- Provlékněte kabely podle obrázku.
- Pak LVK modul vsuňte do otvoru v mechanice pohybem zleva doprava (ve směru šipky).

22



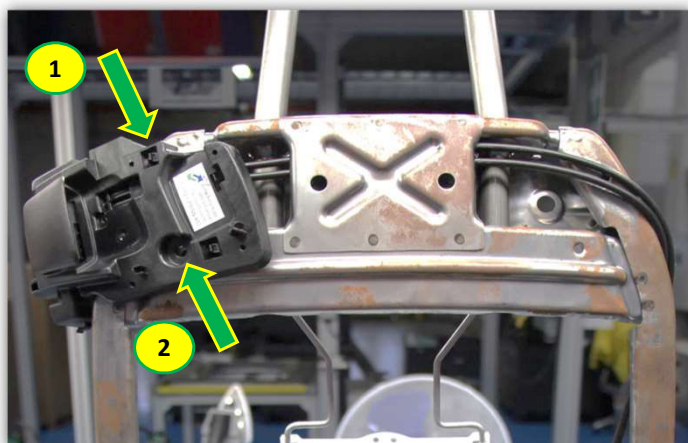
- Před úplným zacvaknutím do mechaniky opěry je nutné se přesvědčit, že plastová část LVK modulu zapadá do výřezu v mechanice opěry.

23



- Vyberte z regálu šrouby pro uchycení LVK modulu v opěře.

24



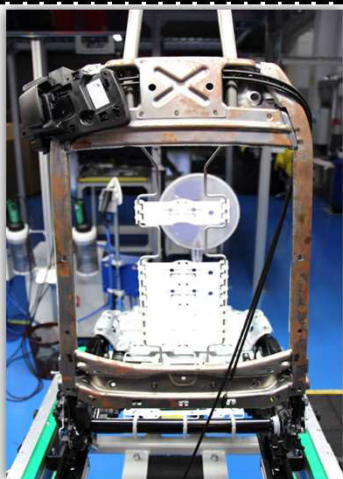
- Zašroubujte vrchní šroub na LVK. Po úspěšném zašroubování budete vyzváni k zašroubování předního šroubu LVK. Po úspěšném zašroubování LPS monitor zobrazí výzvu k dalšímu kroku.



LEAR PROFESSION	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

Krok	Foto	Popis
------	------	-------

25



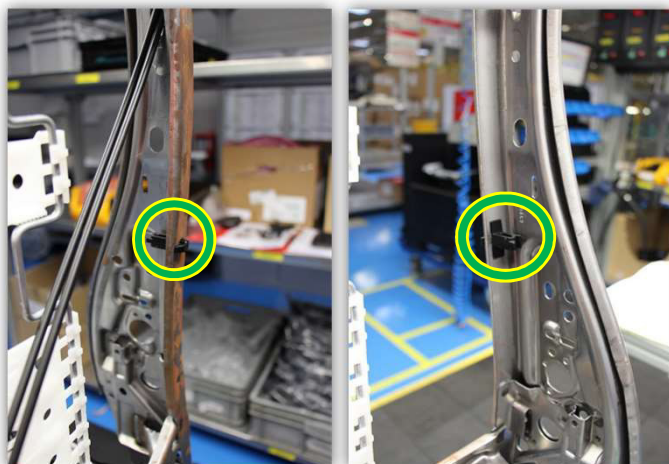
- Bowdeny protáhněte podle obrázku.

26



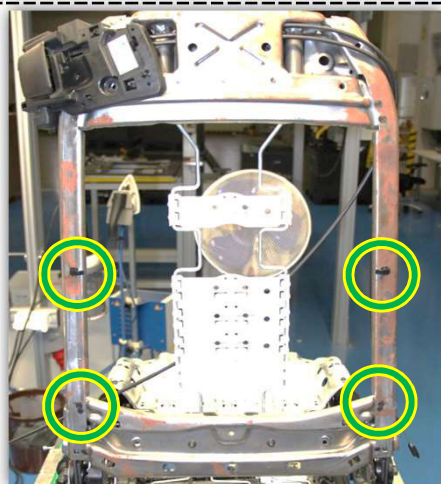
- Z regálu vyberte plastové držáky bowdenů.

27



- Oba dva držáky zacvakněte do mechaniky opěry. Každý na jednu stranu.

28



- Dokončete vedení bowdenů podle obrázku. Bowdeny jsou zacvaknuty v držákách bowdenů. Konec každého bowdenů pak vychází z mechaniky směrem ven.

LEAR CORPORATION	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x							Manual		
		Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry					Společné		
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

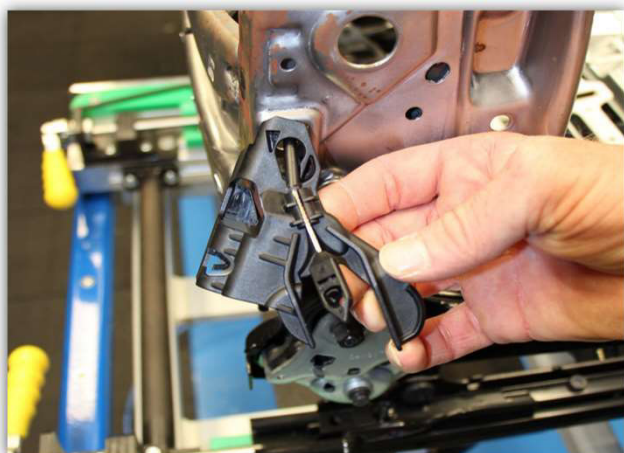
Krok	Foto	Popis
------	------	-------

29



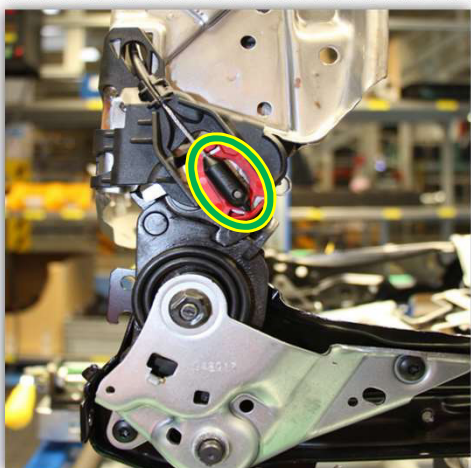
- Vyberte z regálu plastové držáky bowdenů.

30



- Držákem provlékněte bowden podle obrázku.

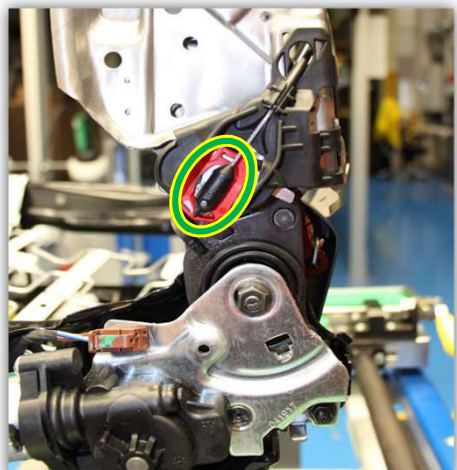
31



- Držák zacvakněte do mechaniky a černý konec bowdenu nacvakněte na kovový pin v mechanice. Pro řádné docvaknutí použijte dřevěný konec šachtle.



32



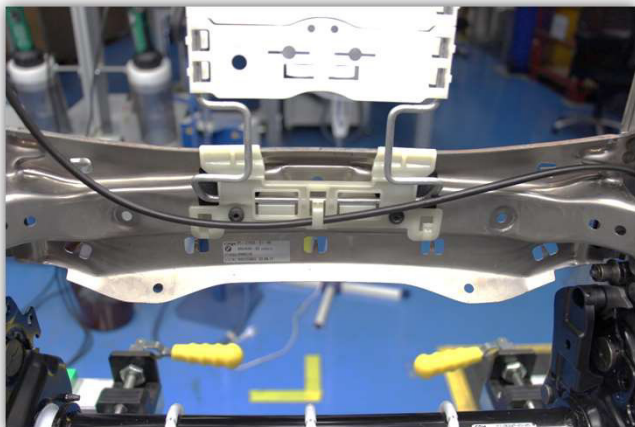
- Na protilehlé straně pokračujte jako v předchozích dvou bodech.



LEAR CORPORATION	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

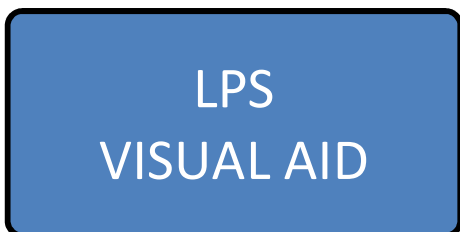
Krok	Foto	Popis
------	------	-------

33



- Volný bowden v rámu zahákněte za plastový háček.

34



- Po zapojení LVK modulu sklopte sedačku a ověřte funkčnost tohoto modulu, potvrďte tento visual aid.



35



- Vyberte z regálu plastové držáky LBV.

36

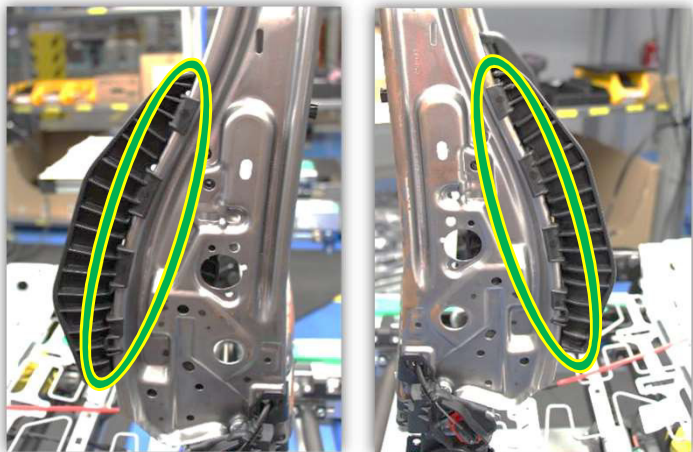


- Nacvakněte plastové držáky LBV na mechaniku opěry.

LEAR CORPORATION	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

Krok	Foto	Popis
------	------	-------

37



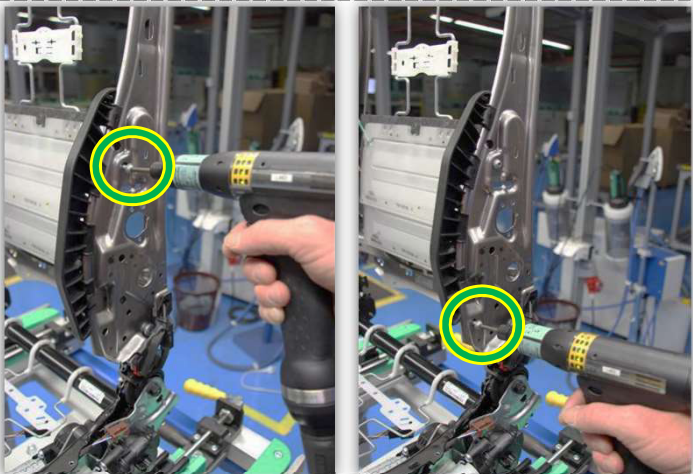
- Plast LBV musí být zacvaknutý na všech klípech na obou stranách mechaniky opěry.

38



- Vybete z regálu 4ks šroubů pro upevnění držáků LBV do mechaniky opěry.

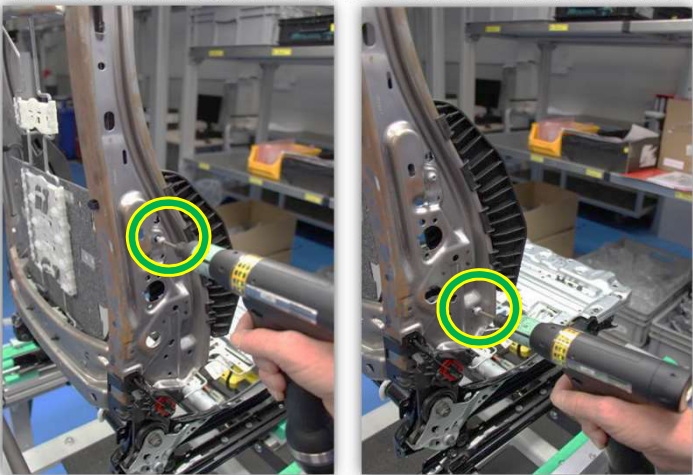
39



- Zašroubujte vrchní šroub držáku. Po správném zašroubování se na monitoru LPS zobrazí výzva k zašroubování spodního šroubu. Po správném utahení se zobrazí na LPS monitoru výzva k pokračování na protilehlé straně.



40



- Pokračuj ve šroubování stejně jako v předchozím bodu.



LEAR	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

Krok	Foto	Popis
------	------	-------

41



- Vyberte z regálu přepínač pásu.

42



- Vyberte z regálu šroub pro připevnění bezpečnostního pásu.

43




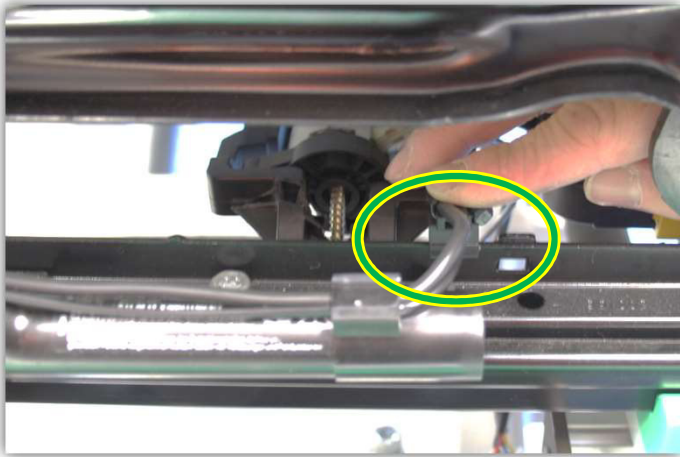
- Osadte bezpečnostní pás do sedačky tak, že kovový zobáček mechaniky je umístěn ve výřezu bezpečnostního pásu.
- Pás před šroubováním předfixujte šroubem na dvě otáčky.

44



- Utáhněte šroub na bezpečnostním pásu.
- Po správném dotažení se na LPS monitoru zobrazí pokyny k dalšímu kroku.

	WI	Číslo dokumentu	FSA-CR	F87				Electric	Index	1
	x			Operace	Montáž mechaniky sedáku a opěry	x				
Standardní pracovní instrukce		Pracovní instrukce s kontrolou kvality		Opatrnost při práci s nástrojem			„D“ - Bezpečnostní spoj			

Krok	Foto	Popis
45		<ul style="list-style-type: none"> • Zacvakněte do mechaniky sedáku kabel od bezpečnostního pásu na pozici podle obrázku.

PŘÍLOHA č. 3

MOST analýza pracoviště FSA–CR

