

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management

Studijní obor: N0715A270012S00 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Analýza a racionalizace pracovišť montážní linky s pomocí metody
MTM**

Autor: Bc. Michaela Pichrtová

Vedoucí práce: Ing. Marek Bureš, Ph.D.

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Michaela PICHRTOVÁ**
Osobní číslo: **S20N0033P**
Studijní program: **N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce: **Analýza a racionalizace pracovišť montážní linky s pomocí metody MTM**
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

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

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**
Rozsah grafických prací: **0**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. CHROMJAKOVÁ, Felicita, TUČEK, David a BOBÁK, Roman. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Vydavatelství UTB, 2017. ISBN 978-80-7454-680-8.
2. CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vyd. Praha: ČVUT, 2013. 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.
3. CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství : trendy zvyšování úkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.
4. ZANDIN, K. B. *MOST – Work Measurement System*. USA, Florida: CRC Press, 2003. ISBN 978-0-8247-0953-2.
5. BUREŠ, Marek. *ŽIVDIG : Tvorba a optimalizace pracoviště*, e-book. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-32-3.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marek Bureš, Ph.D.**
Regionální technologický institut

Konzultant diplomové práce: **Ing. Jakub Štajner**
Linde Pohony s.r.o., závod KION Stříbro

Datum zadání diplomové práce: **20. září 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. května 2022**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

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

V Plzni dne 20. září 2021

Prohlášení o autorství

Předkládám 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

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Marku Burešovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a za pomoc při získávání dat pro praktickou část práce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Pichrtová	Jméno Michaela	
STUDIJNÍ PROGRAM	N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUČÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bureš, Ph.D.	Jméno Marek	
PRACOVISŤE	ZČU - FST – KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Analýza a racionalizace pracovišť montážní linky s pomocí metody MTM		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2022
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	87	TEXTOVÁ ČÁST	80	GRAFICKÁ ČÁST	7
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Diplomová práce je zaměřena na MTM analýzu pracoviště montáže kabiny vysokozdvizného vozíku. Výstup z této analýzy je dále porovnáván s interními normovanými časy a časem skutečným, který je naměřen v podniku. Pro zlepšení jsou zde také zahrnuty návrhy, které pomohou podniku s odstraněním zbytečných pohybů a zjednoduší pracovníkovi jeho práci.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>MTM analýza, Methods Time Measurement, Montážní linka, vysokozdvizný vozík, kabina, nepřímé měření</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Pichrtová	Name Michaela		
STUDY PROGRAMME	N0715A270012 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	Analysis and rationalisation of assembly line workplaces with the help of MTM method			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2022
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	87	TEXT PART	80	GRAPHICAL PART	7
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This thesis focus on MTM analysis of the forklift cab assembly workplace. The output of this analysis is further compared with the internal standardized times and the actual time, which is measured in the company. For improvement, there are also suggestions that will help the company eliminate unnecessary movements and simplify the employee's work.</p>
KEY WORDS	<p>MTM analysis, Methods Time Measurement, Assembly line, forklift, cab, indirect measurement</p>

Obsah

Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	12
Úvod	13
Teoretická část.....	14
1 Průmyslové inženýrství a racionalizace práce	14
2 Pracovní normy	18
2.1 Normování práce	18
2.2 Měření časů.....	18
2.3 Časové studie.....	20
2.4 Normy elementárních časů	22
3 Metody předem stanovených časů	22
3.1 Metoda MOST	22
3.1.1 Obecné přemístění	24
3.1.2 Řízené přemístění	25
3.1.3 Použití nástroje	26
3.1.4 Ruční jeřáb.....	28
3.2 Metoda MTM	28
4 Ergonomie	32
4.1 Základní právní předpisy	32
4.2 Vývoj ergonomie	33
4.3 Tělesné parametry člověka	34
4.3.1 Pracovní prostředí.....	36
4.3.2 Pracovní polohy.....	38
4.4 Výhody ergonomie	39
Praktická část.....	40
5 Představení společnosti KION	40
5.1 Produktové portfolio.....	41
5.1.1 FM-X (STILL).....	41
5.1.2 Typ vozíku 1120 (LINDE)	42
5.1.3 Typ vozíku 1173 (LINDE)	42
5.2 Specifikace výroby	43
5.3 Specifikace pracoviště a postup práce	44
6 Analýza současného stavu.....	48

6.1	Montáž majáku	51
6.2	Řadící deska, sloupek řízení	54
6.3	Roztřídění hlavního kabelového svazku	58
6.4	Připojit hlavní kabelový svazek na sloupek řízení	58
6.5	Štítky a fólie.....	59
6.6	Montáž podhlavníku	63
6.7	Montáž distančního plechu	64
6.8	Montáž obložení sloupku řízení	65
6.9	Montáž loketní opěrky	66
6.10	Přípravná montáž přístrojové desky (1)	67
6.11	Montáž volitelného plechu standard	69
6.12	Přípravná montáž přístrojové desky (2)	70
6.13	Připojení a upevnění přístrojové desky	70
6.14	Přípravná montáž ovládacího panelu	70
6.15	Připojení a vložení ovládací konzoly	72
6.16	Montáž panoramatického zrcátka	72
6.17	Montáž volantu	73
6.18	Montáž distančních plechů na rám	74
6.19	Závěrečné operace	74
6.20	Výstup z analýzy MTM	75
7	Porovnání skutečného času, MTM analýzy a KION analýzy	79
8	Návrh řešení	82
8.1	Opasek na náradí	82
8.2	Vodící pruh pro vozík.....	82
8.3	Včasná kontrola odlitku kabiny před lepením fólie.....	83
8.4	Umístění panoramatického zrcátka k příslušnému pracovnímu místu.....	84
8.5	Montáž panoramatického zrcátka na plošině.....	84
8.6	Gumová palička	84
8.7	Příprava pracoviště před začátkem práce	85
9	Zhodnocení a přínosy návrhů.....	87
	Závěr.....	89
	Citovaná literatura	90
	Seznam příloh.....	93

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Racionalizace práce [4]	17
Obrázek 2-1 Spotřeba času, rozdělení [11]	19
Obrázek 4-1 Tři typy postavení operátora pro běžné antropometrické měření [28].....	35
Obrázek 4-2 Gaussova křivka [30].....	36
Obrázek 5-1 Layout závodu KION Stříbro	40
Obrázek 5-2 FM-X [38]	41
Obrázek 5-3 vozík 1120 [41]	42
Obrázek 5-4 vozík 1173 [40]	43
Obrázek 5-5 Sekvenční číslo.....	44
Obrázek 5-6 Layout pracoviště	44
Obrázek 5-7 Kabina nepolepená, vstupní díl	45
Obrázek 5-8 Polepená kabina, hotový výrobek	45
Obrázek 5-9 Pracovní stůl, obrazovka s postupem	46
Obrázek 5-10 Nastavitelný pracovní stůl	46
Obrázek 5-11 Kanban.....	47
Obrázek 6-1 Vstup pro analýzu MTM, část 1	49
Obrázek 6-2 Vstup pro analýzu MTM, část 2	50
Obrázek 6-3 Robotický podavač	51
Obrázek 6-4 Protážení pásku kabelovou průchodkou.....	52
Obrázek 6-5 Maják s kabelem.....	53
Obrázek 6-6 Kabel umístěn na kabině	53
Obrázek 6-7 Přesun řadící desky do kabiny	55
Obrázek 6-8 Ztížená dostupnost šroubu.....	56
Obrázek 6-9 Sloupek řízení se senzorem	57
Obrázek 6-10 Vyjímání pojistného kroužku	57
Obrázek 6-11 Demontovatelné šrouby sloupku řízení.....	58
Obrázek 6-12 Kabelový svazek před rozmotáním	59
Obrázek 6-13 Magnetický štítek	60
Obrázek 6-14 Přípravení nálepky STILL FM-X14 k použití.....	60
Obrázek 6-15 Vyrovnání nálepky dle štítku	61
Obrázek 6-16 Vyhlazení STILL nálepky	62
Obrázek 6-17 Odstranění krycí vrstvy	62
Obrázek 6-18 Lepení oranžové fólie	63

Obrázek 6-19 Poprašování fólie	63
Obrázek 6-20 Podhlavník s krycími pásky	64
Obrázek 6-21 Umístění podhlavníku	64
Obrázek 6-22 Montáž distančního plechu.....	65
Obrázek 6-23 Namazání sloupku řízení štětcem tukem.....	66
Obrázek 6-24 Montáž obložení na sloupek řízení.....	66
Obrázek 6-25 Těsnicí profil na přístrojové desce	68
Obrázek 6-26 Umístění displeje do přístrojové desky	68
Obrázek 6-27 Klopné spínače a jeden klíčový + klíč.....	69
Obrázek 6-28 Svorková lišta na volitelném plechu standard.....	69
Obrázek 6-29 Umístění těsnícího profilu na ovládací panel	71
Obrázek 6-30 Řídící symboly	71
Obrázek 6-31 Zapojení konektorů do ovládacího panelu	72
Obrázek 6-32 Zrcátko s držákem i šrouby	73
Obrázek 6-33 Montáž volantu.....	74
Obrázek 6-34 Montáž distančních plechů	74
Obrázek 6-35 Kabeláž v kabině	75
Obrázek 6-36 Upravená kabeláž v kabině.....	75
Obrázek 8-1 Opasek na nářadí [37].....	82
Obrázek 8-2 Vodící pruh [42]	83
Obrázek 8-3 Gumová palička [43]	85

Seznam tabulek

Tabulka 2-1 Časová studie [14]	21
Tabulka 2-2 Chronometráž [15]	21
Tabulka 3-1 Sekvenční model metody MOST [18]	23
Tabulka 3-2 Obecné přemístění - Data karta [16]	24
Tabulka 3-3 Řízené přemístění - Data karta [16]	25
Tabulka 3-4 Řízené přemístění 2 - Data karta [16]	26
Tabulka 3-5 Použití nástroje Data karta 1 [16]	27
Tabulka 3-6 Použití nástroje Data karta 2 [16]	27
Tabulka 3-7 Ruční jeřáb Data karta [16]	28
Tabulka 3-8 MTM rozdělení pohybů	30
Tabulka 3-9 MTM rozdělení pohybů 2	30
Tabulka 4-1 Antropometrické údaje [33]	37
Tabulka 4-2 Přídavky [32]	37
Tabulka 6-1 MTM analýza času usazování řadící desky	55
Tabulka 6-2 Vybalení loketní opěrky z obalu	67
Tabulka 6-3 Výstup z analýzy 1 listy	76
Tabulka 6-4 Výstup z analýzy 2	77
Tabulka 6-5 Výstup z analýzy 3	78
Tabulka 7-1 Ukázka kódování	79
Tabulka 7-2 Porovnání časů	80
Tabulka 9-1 Tabulka zhodnocení návrhů	87

Úvod

Díky technologickému pokroku a mnoha ovlivňujícím faktorům se v dnešní společnosti podnik bez neustálého zlepšování neobejde. Konkurence je neoblomná, zákazník náročný a neústupný ve svých požadavcích. Podnik musí hledat cesty, jak se udržet na své pozici. Ti lepší se pak snaží hledat cesty a překonávat překážky až k vrcholu.

A proto jsou tu průmysloví inženýři, aby hledali ve velkém to malé. Malé skuliny nepřesností a zádrhelů bránící tomuto rozvoji ve velkém provázaném procesu nesčetného množství operací, činností, úkonů a pohybů.

Práce má za cíl zanalyzovat současnou situaci na pracovišti v podniku KION. Tuto situaci poté na základě oné analýzy vyhodnotit a navrhnout možnosti, jak ji vylepšit. V práci nebude místo pro hledání celých cest, jen pro jednoduché doporučení pro směry kudy se vydat. Samotná konkrétní cesta pak už bude na podniku jako takovém.

Pomocí MTM analýzy a výsledků, které budou poměřeny s interními normami a skutečným časem se pokusí tato práce výše zmíněného dosáhnout s péčí a přesností náležití diplomové práci.

Teoretická část

V této části bude čtenář seznámen s potřebnými termíny z oblasti průmyslového inženýrství a nebude chybět ani oblast ergonomie. Dále pak také s termíny jako jsou normování časů či systémy předem stanovených časů.

1 Průmyslové inženýrství a racionalizace práce

Průmyslové inženýrství je obor, který se snaží o co nejefektivnější řízení podniku, především v oblasti využití podnikových zdrojů. Zdroje mohou být materiálové, lidské, finanční a znalostní. [1] Obecně se tedy jedná o optimalizaci těchto zdrojů v podniku, či jinak také racionalizaci.

V dnešní době má spousta podniků tuto činnost zahrnutou ve své organizační struktuře. Pod průmyslovým inženýrstvím si můžeme představit pojmy jako štíhlá výroba, Six sigma, TPM, metoda 5S, ABC analýza, Kanban, Just in Time, Just in Sequence, JIDOKA, Poka Yoke, Demingův cyklus, TOC, SMED a mnoho dalších.

Demingův cyklus protíná většinu metod, známý je také jako PDCA cyklus. Jeho podstatu, tedy - plánuj, udělej, zkontroluj a jednej – najdeme téměř při všech činnostech průmyslového inženýrství. Při nasazení 5S do pracovního cyklu, při použití Just in Time, zkrátka všude. Metoda 5S je velmi prospěšná při optimalizaci pracovního prostoru. Pomáhá mimo jiné zabránit či předejít zraněním a usnadňuje a urychluje práci. SMED zase urychluje přetypování strojů, Poka Yoke zabraňuje chybné montáži ...

Cílem této kapitoly není probrat všechny tyto nástroje a metody. Cílem je seznámit se s podstatou průmyslového inženýrství.

Asi nejvýznačnější pojem z těchto a zároveň jeden ze základů průmyslového inženýrství jako takového je pojem „Lean production“ neboli „štíhlá výroba“. Jedná se o pojem, který je takovým majáčkem nad těmito metodami podobně jako „průmyslové inženýrství“. Právě jejími nástroji jsou například metoda Six Sigma či 5S. [2]

Možná lze začít ještě obecněji štíhlým podnikem. Jedná se o takový podnik, kde jsou nejen používány štíhlé nástroje, ale především je zde změna v myšlení a celkové kultuře podniku. Pracovníci se musí ztotožnit s tímto myšlením. Sami musí přicházet s novými nápady. Sami musí chtít odstranit ztráty a mnoho dalšího. Sami musí chtít realizovat tyto činnosti. Sami musí chtít štíhle myslet. K tomu je potřeba šikovného lean manažera či jiného odborníka v oboru, který dokáže tyto lidi motivovat k tak obsáhlé změně. Lidé se obvykle změně bojí. Jejich prioritou je dělat to, co znají a vědí, jak to dělat. Nechtějí být kreativní. Každý se snaží vykonávat činnost, kterou zná a je to pro něj rutinní záležitost. Je to jednodušší, nemusí se bát, že je někdo pokárá či vyhodí. Pro člověka je jednoduše přirozené hledat postupem času cesty, které budou pro naplnění úkolu co nejjednodušší, nejrychlejší.

„Lean je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jenž mají sloužit zákazníkům procesu.“ [2, s 32]

Prostřednictvím všech těchto postupů lze dosáhnout nejdůležitějšího cíle – optimálního a vyváženého výrobního procesu s co možná nejnižšími náklady.

Mezi základní vlastnosti Lean Production můžeme uvést:

- Vytvořit dokonalý procesní tok.
- Vytvořit tok, který bude plynulý.

- Vymýcení veškerého **plýtvání**, či alespoň jeho minimalizaci.

Nejzásadnějším problémem vyplývajícím z výše uvedeného textu je plýtvání. Kolikrát si podnik ani neuvědomí, že ta či ona činnost je právě plýtváním. Pokud podnik odhalí nějaký problém, obvykle se zaměří na řešení jeho následků a nikoliv příčin. Ze tří „Mu“, které označují japonsky problémy ve firmách, je právě Muda ono plýtvání či ztráta. [3]

V souvislosti s tím lze tedy ještě uvést pět základních principů Lean managementu:

1. „určení hodnoty v očích zákazníka
2. identifikace toku hodnot a zamezení plýtvání
3. vytvoření toku hodnot „taženého“ zákazníkem
4. zapojení a zplnomocnění zaměstnance
5. neustálé zlepšování ve snaze o dokonalost.“ [3, s 12]

V každém podniku při zaměření na štíhlou výrobu je potřeba rozlišit činnosti na ty, které přinášejí přidanou hodnotu a ty, které přidanou hodnotu nepřinášejí (= plýtvání). To je klíčem k úspěšnému organizování štíhlého podniku. Jak poznáme činnosti, které přidávají hodnotu?

Jakákoliv taková činnost musí současně naplňovat tři podmínky, kterými jsou:

- Jedná se o činnost, kterou zákazník požaduje a zaplatí za její provedení,
- tato činnost zároveň pracuje s materiálem – zpracovává ho, přetváří ...,
- činnost je prováděna správným způsobem, není tedy zmetková.

Tyto činnosti maximálně požadujeme. Jakákoliv jiná činnost je označena za takovou, která nepřidává hodnotu a je tedy pro podnik ztrátová.

Dále však můžeme rozdělit toto plýtvání na následující:

- Plýtvání čisté,
- plýtvání nezbytné. [5]

Čisté plýtvání jsou činnosti, které lze zcela eliminovat. Podnik se bez těchto činností obejde při výrobě i při svém vlastním působení.

Nezbytné plýtvání jsou činnosti, které nepřidávají hodnotu (zákazník je nechce, neplatí za ně), ale potřebujeme je při výrobě. Jedná se například o přepravu, kdy výrobek putuje po dílně mezi operacemi nebo o kontrolu. Doprava výrobku nepřidá zřetelně nic. Nepřetváří jej, neopravuje, nezpracovává. Ale bez ní se zatím žádný podnik neobejde. Je však vhodné tuto činnost eliminovat na minimum například vhodným uspořádáním pracovišť, dílny či operací [2].

Výrobek jako takový se může v určité době nacházet ve skladu, můžeme jej přepravovat, může se kontrolovat anebo jej můžeme vyrábět. Žádnou jinou činnost zde nenajdeme. A zde je vidět, že jedinou činností, která přidává výrobku hodnotu, je ona výroba. A ještě ke všemu ne vždy, neboť i ve výrobě jako takové jsou činnosti, kterou tu hodnotu výrobku nepřidávají (čekání na doschnutí barvy atp.).

Dle literatury se pod pojmem MUDA vyskytuje osm druhů plýtvání. [5]

1. Nadprodukce

Jedná se o velký přežitek a největší problém plýtvání. Spousta manažerů má pocit, že pokud je statisticky vysoká zmetkovitost, vyváží to tím, že místo požadovaných několika kusů zákazníkem jich vyrobí o pár navíc. Je to pro ně snazší než se zaměřovat na příčinu zmetkovitosti a mají pojištěno, že zákazník dostane to, co požaduje. Bohužel v důsledku toho vznikají prakticky všechny ostatní druhy plýtvání. [3] Dále sem lze zahrnout situaci, kdy běží několik výrobních programů a přestavování linky stojí určitý čas. Z toho důvodu se vyrobí vyšší počty kusů na jednom programu, než bylo původně plánováno a podnik to vnímá tak, že ušetřil. Z toho však opět vznikají další druhy plýtvání (zvyšují se zásoby, manipulace se zbytečnými kusy apod.). Dalším, a nikoliv posledním případem, je pak situace, kdy podnik plánuje zaměstnat pracovníka, který v určitou chvíli nemá co dělat a je nevyužit. [3] Opět však tento pracovník bude vyrábět zbytečné kusy, které nikdo nevyužije a budou v nich pouze ležet peníze. Bude nutné kvůli nim vyhradit místo ve skladu, vyslat další paletový vozík, který je tam odveze či zaměstnat na delší dobu člověka, který je někam dopraví.

2. Čekání

I zde je zahrnuto několik praktických situací: čekání výrobku na lince, až na něj přijde řada, čekání zaměstnance na nevyvážené výrobní lince, čekání výrobku na odvoz, čekání na další kusy při smontování atd. V případě nevyvážené operace je potřeba linku vybalancovat, aby se zamezilo čekání zaměstnanců, kteří mohou být využiti efektivněji. [7] Také v dnešním „byrokratickém“ světě se neustále na něco čeká: na schválení dokumentu, na e-mail, na instrukce.

3. Manipulace

Ztráty z manipulace můžeme pozorovat mezi výrobními operacemi, které jsou od sebe nevhodně uspořádány. Výrobek tedy putuje přes halu v několika operacích tam a zase zpět, ačkoliv by pouhé přeskupení pracovišť mohlo být mnohdy (ne však vždy) jednodušší a levnější. Je třeba uspořádat pracoviště tak, aby byla výroba co nejefektivnější a manipulace byla minimální. Také se stává, že s některými výrobky je manipulováno opakovaně, než najdou to správné místo. [3] Je potřeba dávat pozor, aby výrobky byly ukládány bezpečně na předem určené místo, které bude vyznačeno například pomocí metodiky 5S [2] (pořádek na pracovišti).

4. Zásoby

Zásoby vznikají mimo jiné z nadprodukce. Můžeme však v podniku nalézt takové zásoby, které nelze považovat za plýtvání. Zde však pojmem plýtvání ve formě zásob rozumíme takové, které jsou nadbytečné, a v danou chvíli je pro výrobu nepotřebujeme. Mimo zbytečného uložení peněžních prostředků v těchto zásobách nám využívají skladové plochy, které bychom mohli využít efektivněji, případně je pronajmout. Hromaděním těchto zásob také můžeme vyrábět zbytečně zmetky a může být ohrožena bezpečnost jako taková. Dále můžeme pozorovat problém při vyskladňování metodou FIFO (First in, first out).

5. Pohyby

Zatímco nadprodukce je nejzávažnější problém, který se objevuje v podnicích a vyvolává všechny další problémy, pohyby zastupují procentuálně nejvyšší podíl z těchto druhů plýtvání. [6] Jedná se o zbytečné pohyby pracovníků. Tyto pohyby vznikají v důsledku špatně uspořádaného pracoviště či nepořádku na tomto pracovišti. Ergonomická optimalizace [8] pracoviště můžete částečně tento problém vyřešit. Dále je dobré zvážit postup samotné operace, respektive uspořádání toku výrobků. Za vhodnou pro optimalizaci můžeme opět

považovat například metodu 5S [2], která zamezí zbytečnému hledání či dokonce zranění na pracovišti.

6. Opravy

Opravy a reklamace vznikají v důsledku vyrobených zmetků. Ty mohou být opět vyrobeny například kvůli zbytečné manipulaci či hromadění zásob. V ideálním případě se díky kontrole na zmetky přijde včas a tyto se poté vyhodí. Zmetky není vhodné opravovat. Pokud se jedná o reklamaci, je potřeba pro takový případ vyhradit vhodné pracoviště mimo výrobní linku. Při reklamaci je žádoucí zjistit, z jakého důvodu vznikla a napravit prvotní příčinu.

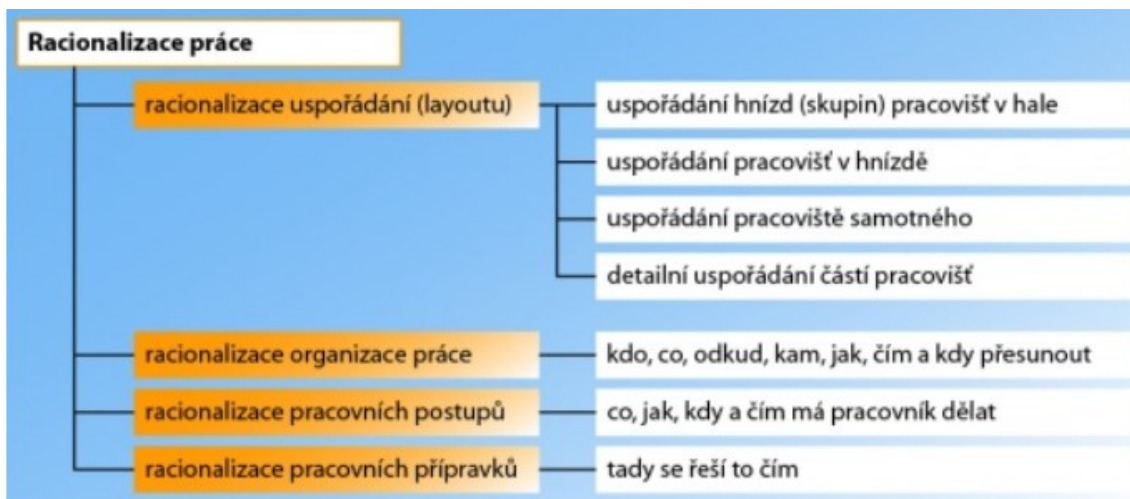
7. Nevyužití lidských zdrojů

Zde se může jednat o nevyužití myšlenek uvnitř podniku tím, že podnik nedá prostor svým zaměstnancům se realizovat a vyjádřit své poznatky. Případně pak mezi podnikem a externími subjekty jako jsou dodavatelé a zákazníci. Správný tok informací je velice důležitou veličinou. Naslouchat zákazníkovi je klíčové pro úspěch na trhu a udržení si tohoto zákazníka.

8. Složité procesy

Veškeré toky – informační a materiálové – je potřeba zajistit tak, aby byly co nejpřímější. Také zbytečně překombinované procesy je potřeba optimalizovat. [3]

Odstranění všech těchto druhů plýtvání je pak cestou k **racionalizaci práce** (obrázek 1-1).



Obrázek 1-1 Racionalizace práce [4]

„Soubor metod, které zabezpečují optimální kombinaci úseků pracovního systému včetně časového a nákladového vyhodnocování navrhovaných řešení. Metody zabezpečují i částečné nebo plně dynamické modelování pracovního systému včetně jeho vizualizace.

Nezbytnou součástí úspěšné racionalizace je zabezpečení rychlé a efektivní realizace navrhovaných opatření a vytvoření optimálních technickoorganizačních podmínek pro oživený pracovní systém.“ [4]

2 Pracovní normy

Mezi pracovní normy řadíme veškerá pravidla, které poskytují jistý návod, jak danou činnost efektivně vykonávat. Poskytují informace o tom:

- Jaká odborná kvalifikace je pro vykonávání dané činnosti zapotřebí,
- jaké množství času je potřeba k jejímu výkonu.

Pracovní normy můžeme rozlišit ve čtyřech bodech, a to:

- Technologické normy,
- kvalifikační normy,
- **normy spotřeby práce.** [9]

2.1 Normování práce

„**Normy spotřeby práce** jsou měřítkem, které vyjadřují, kolik živé práce bude potřeba vynaložit na vykonání nějakého pracovního úkolu při určitém stupni rozvoje výrobních sil.“ [9]

V první řadě není možné zaměřit se pouze na rychlost, s jakou má být práce odvedena. V takovém případě by nám sice produktivita práce rostla, ale vznikalo by velké množství zmetků, neboť by se opomenulo hledisko kvality. Efektivita práce by tak nevzrostla, ba naopak. Je tedy nutné se na pracovní činnost zaměřit v celkovém měřítku a při sestavení těchto norem brát v úvahu její *kvalitu* [9]. V případě, že by tedy podnikový manažer šel do výroby s cílem vytvořit tyto normy, je potřeba počítat pouze výrobky odpovídající svou kvalitou (např. přesnost rozměrů). To se odvíjí od charakteru dané činnosti.

V praxi se pak často stává, že přijde-li do podniku specialista tvořit tyto normy, většinu pracovníků takový člověk znervózní. Stává se tak, že někteří pracovníci nevědomky práci vykonávají rychleji než obvykle či naopak pomaleji (aby tyto normy i klidně vědomě snížili). Je tedy potřeba tuto skutečnost dále brát v úvahu.

Výkonovými normami stanovujeme počet výrobků za určitý čas [10] (s ohledem na výše zmíněnou kvalitu) či naopak – jak dlouho potrvá výroba jednoho kusu. Jejich tvorba je závislá na tom, kterou metodu zvolíme. Lze je tvořit například analýzou, statistickým určením či odhadem s ohledem na historická data.

„**Norma spotřeby času** (Standard Time) je množství času, které zabere kvalifikovanému dělníkovi provedení určitého pracovního úkolu, v obvyklém pracovním nasazení, za použití předepsaných metod, nástrojů a zařízení, materiálů a pracovních podmínek.“ [10]

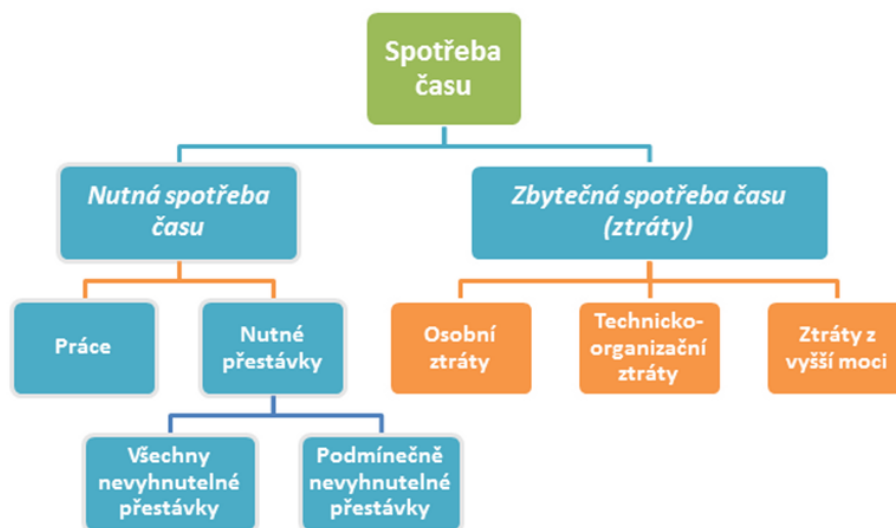
Tyto zmíněné časy, které se při výrobě měří, je možné dále rozdělit. To z důvodu, aby výroba mohla být snáze racionalizovaná.

2.2 Měření časů

Vykonávaná činnost zahrnuje určité druhy časů dle obrázku 2-1. Nelze předpokládat, že 100 % času je věnováno jen a pouze dané práci. Proto tyto časy dělíme na:

- „Čas ztrátový
 - Tento čas není nutný k vykonání pracovního úkolu. Příčinou vzniku tohoto času jsou nedostatky v přípravě a řízení výroby.
- Čas nutný
 - Čas práce

- Čas všeobecně nutných přestávek (jídlo, přirozené potřeby a odpočinek)
- Čas podmíněně nutných přestávek (technologický proces a organizace práce).“ [12]



Obrázek 2-1 Spotřeba času, rozdělení [11]

Při stanovení norem se čas nutný dělí na:

- **Čas jednotkový** (označuje se t_A) je čas, jehož spotřeba je přímo úměrná počtu jednotek produkce (například počtu vyráběných kusů součástek).
- **Čas dávkový** (označuje se t_B) je čas, jehož spotřeba je přímo úměrná počtu vyráběných dávek a není závislá na velikosti těchto dávek. Je to čas na přípravu a zakončení operací na dávce jednotek produkce (vyráběných součástí).
- **Čas směnový** (označuje se t_C) je čas, jehož spotřeba je přímo úměrná počtu odpracovaných směn, a to bez ohledu na množství produkce vyrobené v průběhu směny. Patří sem čas potřebný k přípravě pracoviště na začátku směny, čas potřebný k úklidu pracoviště na konci směny, čas na denní údržbu strojů, atd.“ [12]

V případě normování práce a pracovních procesů se lze setkat také s pojmem „normativ“. Normativ je chápán v souvislosti s normami jako jednotlivý dílčí údaj, stanovený pro jednotlivé části veškerých pracovních operací, jako je konkrétní úsek operace či úkon. Naproti tomu normy se určují ve vztahu na celkovou pracovní operaci. Normovaná operace bude tedy zahrnovat několik normativů.

Pro stanovení norem spotřeby práce je využíváno metod rozborových a souhrnných. [11] V případě metod rozborových, jak již název napovídá, je využito nejdříve rozboru samotné pracovní operace tak, aby byly vidět jednotlivé dílčí složky operace. Následuje určení potřebného času na každou dílčí složku a také časy výše zmíněných obecně nutných a podmíněně nutných přestávek. Na závěr se vypočítá celková časová norma. Díky rozborové metodě získáme poměrně objektivní časovou normu. Ta určuje, kolik práce má zaměstnanec vykonat za určitý časový úsek. Díky tomu se eliminují prostoje, na které zaměstnanec nemá již čas a je tedy možné plně využít jeho pracovní dobu. [13]

Možné je dále dělit způsoby, jakými se určuje samotný čas na jednotlivé položky. Zde existují metody:

- Rozborově chronometrážní,
- rozborově výpočtová,
- rozborově porovnávací. [11]

Na rozdíl od rozborových metod, souhrnné metody nejsou tak analytické. Pracovní operace se zde nerozebírá na dílčí části a nepřirazuje se k těmto jednotkám čas. [13] Jednoduše vůbec pracovní operace neanalyzují, ale stanovují potřebný čas pouze na základě hrubých odhadů, vycházející z technických podmínek, organizačních podmínek a samotných stanovených postupech práce. Z toho je jasně patrné, že takto vytvořené normy jsou nepřesné a lze je využít jen v ojedinělých případech, pokud možno dočasně, chceme-li zachovat výkonnost podniku. V praxi se setkáme nejvíce s kvalifikovaným odhadem. [9]

„V současné době se setkáváme stále častěji s nástroji na bázi softwarových řešení, které mají za úkol firmám usnadnit nastavení odpovídajících pracovních norem. K nejrozšířenější metodě měření lidské práce přináší MTM (Methods-Time Measurement), která využívá předem definované časy. Hodnoty a časy MTM jsou platné v mezinárodním měřítku a použitelné v každém průmyslovém odvětví. Tato metoda rozděluje pracovní činnost na základní pohyby, kterým přiřazuje tabulkové časy.“ [9]

Měření práce má za cíl vytvořit zcela objektivní normu pro spotřebu času.

2.3 Časové studie

Při stanovení norem lze samozřejmě využít alternativ jako například odhadu, statistik či vycházet z historických dat. Nejpoužívanějšími metodami a také nejpřesnějšími jsou však časové studie (tabulka 2-1). [15]

Časové studie jsou realizovány měřením na pracovištích stopkami. Podle dále uvedeného způsobu, respektive druhu snímkování, lze samozřejmě tuto činnost dále dělit. Nicméně obecně se jedná o způsob, kdy specializovaný pracovník přijde na konkrétní pracoviště, které se bude dále snímkovat a dle přístupu měření pak bude konkrétního pracovníka či činnost stopovat a dále poté analyzovat. Důležitá je zde předchozí dohoda a upozornění pracovníka, který na pracovišti vykonává svou činnost.

		Název studie	Použití
Snímky operace	plynulá chronometráž	měření všech úkonů v operaci s pravidelným sledem úkonů	
	výběrová chronometráž	měření času vybraných úkonů	
	snímková chronometráž	měření času všech úkonů v operaci s nepravidelným sledem úkonů	
	sumární měření	měření času celé operace bez členění na úkony	
Snímky pracovního dne	snímek pracovního dne jednotlivce	měření všech dějů v průběhu směny u jednoho pracovníka	
	snímek pracovního dne čtyř	měření všech dějů v průběhu směny u všech členů čtyř současně	
	hromadný snímek pracovního dne	měření všech dějů v průběhu směny u několika pracovníků kteří nepracují společně	
	vlastní snímek pracovního dne	měření všech dějů nebo vybraných dějů ve směně pracovníkem, který provádí práci	

Tabulka 2-1 Časová studie [14]

Pokud se specializovaný pracovník bude zaměřovat na výkon zaměstnance vykonávajícího pracovní operaci (jak bylo výše nastíněno), jedná se o **snímek pracovního dne**. Může se zde analyzovat využití pracovní doby či druhy plýtvání. [14]

Pokud se však spíše zaměřuje na operaci a její optimalizaci, jedná se o tzv. **snímek operace** (někdy uváděno také jako „chronometráž“). Tato spotřeba, kterou během pozorování naměříme, je zaznamenána do formuláře v tabulce 2-2. [15]

Název měřené části (úkon)		Konečný mezní bod	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)										Průměr	Poznámka		
P.č.			N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Nažebouzení matice	Z: uchopení matice K: uchopení měřidla	J	0:00:14	0:00:16	0:00:15	0:00:12	0:00:16	0:00:11	0:00:19	0:00:17	0:00:14	0:00:15	0:00:15		
2	Měření + korekce	Z: uchopení měřidla K: odložení měřidla	J	0:00:19	0:00:16	0:00:21	0:00:16	0:00:22	0:00:20	0:00:19	0:00:17	0:00:19	0:00:14	0:00:14	0:00:18	
3	Komolozce + založení ramene	Z: odložení měřidla K: puštění ramene	J	0:00:32	0:02:38	0:03:44	0:05:15	0:07:04	0:08:38	0:10:21	0:12:02	0:13:48	0:15:24	0:00:14		
4	Průprava komponentů pro další montáž	Z: puštění ramene K: odložení malé matice	J	0:00:07	0:00:07	0:00:06	0:00:07	0:00:11	0:00:05	0:00:08	0:00:07	0:00:07	0:00:06	0:00:07	0:00:07	
5	Upravení razítka + přesun do výchozí polohy	Z: odložení malé matice K: puštění ramena	J	0:00:52	0:02:27	0:04:01	0:05:33	0:07:28	0:09:01	0:10:48	0:12:22	0:14:10	0:15:52	0:00:20		
6	Uchycení ramene velkou maticí + zkuška rozměru	Z: puštění ramene K: uchopení klíče	J	0:00:20	0:00:18	0:00:22	0:00:24	0:00:18	0:00:19	0:00:16	0:00:28	0:00:19	0:00:19	0:00:18	0:00:18	
7	Dosažení klíčem	Z: uchopení klíče K: uchopení matice	J	0:01:12	0:02:45	0:04:23	0:05:57	0:07:46	0:09:20	0:11:02	0:12:50	0:14:29	0:15:00	0:00:09		
Suma (celková průměrná délka trvání operace)													0:01:38			
Uspořádání pracoviště - materiálový tok: - nevhodné uspořádání klíče - materiál nevhodně ergonomicky umístěn (zóny dosahu)			Rozbor pracovních úseků: čas (s)					Plýtvání: přprava komponentů pro další montáž					Definování opatření: 1. Úprava pracovního postupu (zřetel v dokumentaci, bez předložený komponent) 2. 3. 4. 5. 6.			

Tabulka 2-2 Chronometráž [15]

Postup v průběhu měření je pak následující:

1. Výběr pracovníka.
2. Obeznamení se s pracovištěm, na kterém budeme měření provádět.
3. Selekcce vybraných dějů, jež budeme sledovat.

4. Určení snímků a jejich počtu.
5. Samotné měření.
6. Analýza a vyhodnocení snímků.

Na závěr přímého měření lze uvést postoj k těmto měřením citovaný z webu API [15]:

„I když se na první pohled může zdát, že přímé měření za pomoci stopek je velmi jednoduchá metoda, i při tomto typu měření je třeba pro zajištění maximální přesnosti norem dodržovat řadu pravidel. V řadě firem však nejsou dodržována a výsledky se tak stávají neobjektivními. Podceňováno je často především rozdělení měřené operace na jednotlivé úkony, nebývá proveden potřebný počet náměrů či není pracováno se stupněm výkonu sledovaného pracovníka.“

2.4 Normy elementárních časů

Tato metodika vychází z historických zkušeností samotné firmy. Je pro to potřeba mít vhodná data předchozích let, které lze následně uplatnit pro současné normy. Pokud jsou data příliš zastaralá nebo pokud činnost, kterou potřebujeme normovat, je nová a dříve nevyzkoušená, musí se provádět přímé či nepřímé měření. [15] To je ale samozřejmě pro podnik dražší a také časově náročnější, proto pokud je možné tvořit normy z historických dat alespoň zčásti, je vhodné tuto metodiku využít.

Je také možné kombinovat tuto metodiku s měřením. To z toho důvodu, že činnost, kterou budeme takto normovat, rozdělíme na konkrétní úkony. Tyto úkony pak hledáme v historických datech. [10] Samozřejmě se však dříve či později objeví úkon, který zatím normován nikdy nebyl. Obzvláště pak s příchodem nových technologií a jejich obsluhou. Proto je možné větší rutinní část činnosti normovat dle uchovaných dat a pouze onu část, která nikdy nebyla zdokumentována, v současnosti změřit a vytvořit pro ni nové normy.

Na konci tohoto normování se sečtou veškeré časy pozorování a vytvoří se nové normy pro tuto činnost. [10]

3 Metody předem stanovených časů

Při snaze o optimalizaci výrobních časů vznikaly metody pro výpočet časů, který daná činnost operátorovi zabere. Mezi nejznámější a nejpoužívanější metody patří MTM (Methods Time Measurement) a MOST (Maynard Operation Sequence Technique).

3.1 Metoda MOST

Metoda MOST je metodou nepřímého měření času na pracovišti. Tato metoda přiřazuje jednotku času k jednotlivým pohybům. Lze ji použít pouze na manuální činnosti, nikoliv na práci stroje. Podstatou je skutečnost, že práce je vydávání energie za účelem přesunu hmoty čili přesunutí objektu z bodu A do bodu B. Toto přemístění může být dvojího druhu, buď přemístění volně bez dotyku s plochou, anebo přemístění předmětu při kontaktu s plochou. Toto přemístění lze popsat určitým sekvenčním modelem, který má definované indexy. [16]

Při počítání této práce se nepoužívají v průběhu jednotky sekund, ale tzv. TMU (Time Measurement Units) jednotka. Ta se rovná 0,036 sekundy. K tomuto převodu dochází až po finálním výpočtu v TMU jednotkách. [15]

Metoda MOST má tři aplikace v závislosti na obtížnosti a zároveň přesnosti metody. Jedná se o třídy:

- a) Mini MOST
- b) Basic MOST

c) Maxi MOST [16]

Mini MOST je přitom nejpřesnější metodou. Trvání činností, pro které je tato metoda vhodná, se uvádí na 2 – 10 sekund. [17]

Basic MOST, jak již napovídá název, patří mezi Mini a Maxi MOST jako zlatý střed a je používána pro většinu operací. Náročnost pro tuto metodu je střední a výsledky jsou přijatelné, pokud nechceme trávit analýzou příliš dlouhou dobu. Je vhodná pro činnosti trvající 10 sekund až 10 minut. [17]

Maxi MOST je pak nejméně přesnou metodou. Analýza touto metodou trvá nejkratší dobu a je proto vhodná při činnosti, které trvají 2 a více minut.

Délka trvání činností se takto uvádí proto, že např. u Basic MOST hodinu práce budeme analyzovat zhruba desetkrát déle, než je její trvání. U Maxi MOST (méně přesné) pak hodinu práce analyzujeme již jen cca pět krát déle. Z tohoto důvodu pak není vhodné Mini MOST používat pro činnosti, které trvají příliš dlouhou dobu, neboť taková analýza by zabrala obrovské množství času a byla by také dost drahá. [15]

Nejpoužívanější je pak Basic MOST. Metoda je založena na opakujících se sekvenčních modulech vyobrazených v tabulce 3-1.

ČINNOST	MODELOVÝ SLED
Obecný pohyb	A B G A B P A
Řízený pohyb	A B G M X I A
Použití nářadí	A B G A B P ? A B P A
Ruční jeřáb	A T K F V L V P T A

Tabulka 3-1 Sekvenční model metody MOST [18]

Obecný pohyb (neboli přemístění) je pro přemístění objektu bez kontaktu s plochou (volně vzduchem).

Řízený pohyb (neboli přemístění) je pro přemístění objektu v kontaktu s plochou či jiným objektem.

Použití nářadí (nástroje) se používá pro použití ručních nástrojů či ruky.

Ruční jeřáb je pro přemístění objektu s využitím jeřábu (pro těžké objekty). [18]

Kdy:

- A = vzdálenost pohybu
- B = pohyb těla
- G = získání kontroly
- P = umístění
- M = řízený pohyb
- X = čas procesu
- I = zarovnání
- F = utažení
- L = uvolnění
- C = stříhání
- S = opracování povrchu
- M = měření

- R = psaní
- T = kontrola, čtení

Tyto sekvenční modely není těžké si zapamatovat, neboť pro analýzu používáme data kartu, ze které nám tyto sekvence vyplynou poměrně jednoduše. Pro zápis výsledků pak slouží formulář (viz příloha 1). [16]

3.1.1 Obecné přemístění

Jak bylo zmíněno výše, obecné přemístění se používá pro volné přemístění předmětu vzduchem (bez kontaktu s plochou či dalším objektem).

Jedná se o:

- Uchopení (získání) předmětu (ABG),
- položení předmětu (ABP),
- návrat (A). [16]

Tyto pohyby jsou zachyceny na kartě v tabulce 3-2.

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

Tabulka 3-2 Obecné přemístění - Data karta [16]

Je zde předpoklad, že krok má délku 0,75 m. Druhým předpokladem, který se často využívá je ten, že z 98 % má *Návrat* hodnotu 0. Simo znamená uchopení předmětu oběma rukama. Proto má simo nižší hodnotu než nesimo, neboť nesimo značí uchopení nejdřív jednou a poté druhou rukou, což zabere více času. Nutno ještě zmínit, že lehkým předmětem (u sloupce G) je myšlen předmět do 7 kg o rozměrech 40 x 40 x 40 a méně. [16]

Konečný výpočet obecného přemístění pak sestává z těchto kroků:

- sečtením indexů (případné vynásobení, pokud se sekvence opakuje),
- vynásobením součtu koeficientem 10,
- nakonec tuto hodnotu vynásobíme 0,036, abychom převedli TMU na sec.

Parametry A a B jsou považovány za neproduktivní časy. Díky tomu lze zjistit poměr časů produktivních / neproduktivních a lze se zaměřit na zefektivnění těchto činností.

Příklad:

„Pracovník udělá 4 kroky, zvedne malý kufřík z nízko umístěného dopravního pásu a na tom místě jej uloží na stůl bez dalšího přesunování. Sekvence je popsána: A6 – B6 – G1 – A1 – B0 – P1 – A0 => 15 => 150 TMU => 5,40 sec.“ [19]

3.1.2 Řízené přemístění

Řízené přemístění se používá pro přemístění předmětu, který zůstává v kontaktu s povrchem či jiným objektem.

Jedná se o:

- Získání předmětu (ABG),
- přemístění či spuštění (MXI),
- návrat (A). [19]

Viz tabulka 3-3.

ABG Získat						MXI Přemístit/Spustit			A Návrat			Řízené Přemístění				Tlačit/ Táhnout		Procesní čas			
M Přesun řízený						X Procesní čas			I Vyrovnání			M		X							
Tlačit / Táhnout / Otáčet						sekundy			minuty			hodiny			Doplňkové hodnoty		Doplňkové hodnoty				
žádná činnost						žádná činnost			žádný procesní čas			žádné vyrovnání			Index Kroků		Index Sek Min Hod				
0	žádná činnost						žádná činnost			žádný procesní čas			žádné vyrovnání			24	10-13	24	9,5	0,16	0,0027
1	Tlačit/Táhnout/Otáčets12in.(30cm) Tlačit tlačítko Tlačit nebo táhnout přepínač Otáčet otočným knoflíkem						0,5 sec.			0,01 min. 0,0001 hr.			vyrovnání na 1 bod			32	14-17	32	13,0	0,21	0,0036
3	Tlačit/Táhnout/Otáčets>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.			vyrovnání na 2 body ≤ 4 in. (10 cm)			42	18-22	42	17,0	0,28	0,0047
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.			vyrovnání na 2 body > 4 in. (10 cm)			54	23-28	54	21,5	0,36	0,0060
10	Tlačit/Táhnout 3 – 4 etapy Tlačit s 3 – 5 kroky						4 – 6 otáček			4,5 sec. 0,07 min. 0,0012 hr.			vyrovnání na 2 body > 4 in. (10 cm)			67	29-34	67	26,0	0,44	0,0073
16	Tlačit s 6 – 9 kroky						7 – 11 otáček			7,0 sec. 0,11 min. 0,0019 hr.			vyrovnání s přesností			81		81	31,5	0,52	0,0088
																96		96	37,0	0,62	0,0104
																113		113	43,5	0,72	0,0121
																131		131	50,5	0,84	0,0141
																152		152	58,0	0,97	0,0162
																173		173	66,0	1,10	0,0184
																196		196	74,5	1,24	0,0207
																220		220	83,5	1,39	0,0232
																245		245	92,5	1,54	0,0257
																270		270	102,0	1,70	0,0284
																300		300	113,0	1,88	0,0314
																330		330	124,0	2,06	0,0344

Tabulka 3-3 Řízené přemístění - Data karta [16]

Procesní čas je takový, který je prováděn zařízením či strojem, nikoli ručně. Parametr I dále pokračuje, kdy nástroj vyrovnáváme na obrobek, na rysku či stupnici indikátoru (zvyšující se indexy odpovídají zvyšující se náročnosti na tento úkon, tabulka 3-4).

Vyrovnání strojního nástroje	
Index	Vyrovnání na
3	Obrobek
6	Rysku na stupnici
10	Stupnici indikátoru

Vyrovnání Netypických předmětů	
Index	Vyrovnání na
0	Proti zarážce (-kám)
3	1 vyrovnání k zarážce
6	2 vyrovnání k zarážce (-kám) 1 vyrovnání ke 2 zarážkám
10	3 vyrovnání k zarážce (-kám) 2-3 vyrovnání na linku

Charakteristiky atypických předmětů	
ploché, velké, tenké, ostré, obtížně manipulovatelné	

Tabulka 3-4 Řízené přemístění 2 - Data karta [16]

Sekvence ABG se vezme z tabulky Obecného přemístění, stejně jako v případě obecného přemístění. Další postup je stejný jako v případě obecného přemístění.

Příklad:

„Pracovník u lisu přemísťuje tabuli plechu 1,2 x 2,4 m na vzdálenost 35 cm. Tento plech musí být vyrovnán ke 2 zarážkám na opačném konci plechu. Pracovník ale nemusí měnit polohu rukou, ale musí udělat 1 krok z výchozího místa, aby plech uchopil. Sekvence je popsána: A3 – B0 – G3 – M3 – X0 – I6 – A0 => 15 => 150 TMU => 5,40 sec.“ [19]

3.1.3 Použití nástroje

Použití nástroje je jakási kombinace obecného a řízeného přemístění. Proto zde opět uvažujeme i karty pro Obecné přemístění. Sekvence této akce je pak ABG ABP X (nástroj) ABP A:

- Získat nástroj (ABG),
- položit nástroj (ABP),
- použít nástroj (F / L / C / S / M / R / T),
- položit nástroj (ABP),
- návrat (A). [19]

Použití nástroje												Umístění nástroje			
F Utáhnout nebo Uvolnit L												P			
												Nástroj	Index		
index x10	Činnost prstů	Činnost zápěstí				Činnost paže					Činnost nástroje	index x10	Kladivo	0 (1)	
	Rolování	Otočení	Rázy	Točení	Klepnutí	Otočení		Rázy	Točení	Úder	Průměr šroubu		Prsty nebo ruka	1 (3 nebo 6)	
	Prsty, šroubovák	ruka, šroubovák, ráčna, T-klíč	klíč na matici, Allen klíč	klíč na matici, Allen klíč, ráčna	ruka, kladivo	ráčna	T-klíč oboustranný	klíč na matici, Allen klíč	klíč na matici, Allen klíč, ráčna	ruka, kladivo	utahovačka		Nůž	1 (3)	
	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-		-	Nůžky	1 (3)
	3	2	1	1	1	3	1	-	1	-	1		1/4" (6mm)	Kleště	1 (3)
	6	3	3	2	3	6	2	1	-	1	3		1" (25mm)	Psací pomůcky	1
	10	8	5	3	5	10	4	-	2	2	5		Měřicí nástroje	1	
	16	16	9	5	8	16	6	3	3	3	8		Pomůcky povrch.úpravy	1	
	24	25	13	8	11	23	9	6	4	5	12		Šroubovák	3	
	32	35	17	10	15	30	12	8	6	6	16		Ráčna	3	
	42	47	23	13	20	39	15	11	8	8	21		T-klíč	3	
54	61	29	17	25	50	20	15	10	11	27	Klíč s uzavř.koncem	3			
												Allen klíč	3		
												Utahovačka	3		
												Nastavitelný klíč	6		

Tabulka 3-5 Použití nástroje Data karta 1 [16]

ABG vychází z karty *Obecného přemístění*, P je však již odlišné. Vychází se zde z toho, jaký nástroj je použit. Tabulka pak dále pokračuje podle toho, co s nástrojem vykonáme „použití nástroje“ (tabulky 3-5 a 3-6).

Použití nástroje																					
C Dělit												S Povrchová úprava		M Měření		R Zaznamenání		T Myšlení			
												Měřit		Psát		Značit		Kontrolovat		Číst	
index x10	Kroutit / Ohnout	Odštipnout	Ustříhnout	Řezat	Čistit vzduchem	Čistit kartáčem	Otřít	Měřit		Psát		Značit		Kontrolovat		Číst					
	kleště	nůžky	nůž	Získat Nesimo	kartáč	hadřík	měřicí pomůcky		tužka		značkováč		oči, prsty		oči						
		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					
	1	stisk	1	-	-	-	-			1		-		Odfajknutí		1					
	3	měkký	2	1	-	-	1/2			2		-		1 Linka		3					
	6	kroutit, ohnout smyčku	střední	4	-	Místo 1 dutina, bod	1 malý objekt			4		1		2		5					
	10	tvrdý	7	3	-	-	1	profilový kalibr		6		-		3		9					
	16	ohnout – závlačka		11	4	3	2	Pevná stupnice posuv.měřítka 12 in (30cm)		9		2		podpis nebo datum		5					
	24			15	6	4	3	Listkový spárometr		13		3		7							
	32			20	9	7	5	Ocel.měř.pásmo 6 ft (2m) Hloubkový mikrometr		18		4		10							
	42			27	11	10	7	Vnější – Mikrometr 4 in (10cm)		23		5		13							
54			33				Vnitřní – Mikrometr 4 in (10cm)		29		7		16								
															tabulková hodnota						
															54						
															72						
															94						
															119						

Tabulka 3-6 Použití nástroje Data karta 2 [16]

Příklad:

„Použití prstů při utahování (jako přemístění nástroje)
Sekvence je popsána: A0 – B0 – G0 – A1 – B0 – P1 – F6 – A0 – B0 – P0 – A0 => 8 => 80 TMU=>2,88sec.

Pokud budeme muset použít šroub, nebo matici a umístit ji před zašroubováním, pak je potřeba použít P3, nebo při umisťování s překážkou nebo na skryté místo.

Sekvence je popsána: A1 – B0 – G1 – A1 – B0 – P3 – F6 – A0 – B0 – P0 – A0 => 12 => 120 TMU => 4,32 sec.“ [19]

3.1.4 Ruční jeřáb

Tato aktivita je, jak již vyplývá z názvu, pro použití ručního jeřábu, tedy pro přemístění těžkých předmětů. Sekvence se liší od výše zmíněných a je tedy ATKFVLVPTA a znamená následující:

- Akce na určitou vzdálenost, kroky (A),
- transport – prázdný (T),
- zaháknutí a vyháknutí (K),
- uvolnění objektu (F),
- přemístění předmětu vertikálně (V),
- transportování břemene – naložený (L),
- umístění břemene (P). [16]

Pomocnou kartu opět zobrazuje tabulka 3-7.

ATKFVLVPTA		Ruční jeřáb							
index x10	A	T		L	K	F	V	P	index x10
	Akce na určitou vzdálenost (kroky)	Transport do 2 tun Stopy (metry)			Zaháknout a Vyháknout	Uvolnit objekt	Vertikální přemístění Palce (cm)	Umístění	
		Prázdný	Naložený						
3	2					Bez změny směru	9 (20)	Bez změny směru	3
6	4					S jednou změnou směru	15 (40)	Ustavit jednou rukou	6
10	7	5 (1,5)	5 (1,5)			Se dvěma změnami směru	30 (75)	Ustavit oběma rukama	10
16	10	13 (4)	12 (3,5)			S jednou nebo více změnami směru, péče při manipulaci nebo s tlakem	45 (115)	Ustavit a umístit s jedním nastavením	16
24	15	20 (6)	18 (5,5)		Jeden nebo dva háky		60 (150)	Ustavit a umístit s několika nastaveními	24
32	20	30 (9)	26 (8)		Smyčka			Ustavit a umístit s několika nastaveními a tlakem	32
42	26	40 (12)	35 (10)						42
54	33	50 (15)	45 (13)						54

Tabulka 3-7 Ruční jeřáb Data karta [16]

Všechny tyto sekvence, které vytvoříme dle pracovního postupu, nakonec posčítáme (respektive jejich indexy) a vynásobíme 10 (získáme TMU). Dalším vynásobením hodnotou 0,036 získáme čas v sekundách, po které měřené operace trvají.

3.2 Metoda MTM

Tato metoda je patrně ještě používanější než MOST. Opět slouží k optimalizaci procesů a k odlišení těch činností, které jsou plýtváním. Stejně jako MOST i MTM metoda pracuje s jednotkou TMU, kterou je potřeba ke konci výpočtu přepočítat na konkrétní sekundy (i zde 1 TMU = 0,036 sec). [15] Další podobností je i skutečnost, že i MTM má další odvozené varianty (zjednodušené), které lze pro analýzu použít – MTM1, MTM2, MTM3. Principálně stejně jako u MOST se jedná o jednodušší a jednodušší analýzy, kdy se doba trvání operace zvyšuje. [16]

Podstatou je, že každá práce se skládá z jednotlivých základních pohybů (např. sáhnout). Tyto základní pohyby by nemělo být možné dále rozdělit. Nemůže jich také probíhat více naráz. A z těchto pohybů lze poskládat naprosto jakoukoliv manuální práci. [16] Vychází se z myšlenky, že čas, který dělníci pro tyto stanovené pohyby (viz dále) potřebují, je zhruba

stejný. [20] Z čehož se vytvořila opět tabulka, norma, která tyto časy definuje a dle které lze tyto činnosti rozebrat a zanalyzovat.

MTM (Methods Time Measurement) analyzuje jednotlivé činnosti v závislosti na tom, jaký pohyb je prováděn a za jakých podmínek je prováděn. Jedná se opět o metodu předem určených časů. Lze tedy touto metodou normovat čas ještě před zahájením výroby.

V případě, že jdeme racionalizovat pracoviště, které již nějakou dobu funguje, nechodí se zde se stopkami a neměří se jednotlivé činnosti. Na pracoviště se obvykle jde vytvořit snímek dne / operace, který se poté analyzuje – rozebírá se na jednotlivé pohyby a přiřazuje jim normovaný předdefinovaný čas v tabulkách.

Po vytvoření snímku se obvykle sedne k IT, kde se tento snímek analyzuje. Během toho se dotýčná osoba, která tuto práci provádí, zaměřuje na následující veličiny, které v pořízeném snímku hledá a vyhodnocuje:

- Vzdálenost pohybů,
- hmotnost přenášených částí,
- úhel natočení,
- typ pohybu.

Tyto veličiny budou mít vliv na čas na operaci, který z analýzy nakonec vyjde.

Dle typu pohybu rozlišujeme pohyby ruky, očí a dolních končetin (+ těla). Následující tabulka 3-8 a 3-9 přináší poměrně jednoduchý přehled těchto pohybů, veličin, které každý pohyb ovlivňují a příklad zápisu některých těchto pohybů. [20]

Tabulka pohybů pro analýzu MTM a jejich příklad			
POHYBY RUKY		OVLIVŇUJÍCÍ VELIČINY	PŘÍKLAD
Sáhnout	R	Dráha pohybu [cm]	R22C
		Náročnost pohybu na kontrolu	
Uchopit	G	Umístění předmětu	G1A
		Velikost předmětu	
		Styl úchopu	
Přemístit	M	Dráha pohybu	SC3 M30A3
		Síla (statická či dynamická)	
		Náročnost pohybu na kontrolu	
Umístit	P	Přesnost lícování	P1SD
		Symetričnost spojovaných částí	
		Obtížnost manipulace	
Pustit	RL	„Obtížnost“ puštění	RL1, RL2

Oddělit	D	Stupeň lícování	D1E
		Manipulace	
Obrátit	T	Úhel	T45M
		Hmotnost předmětu	
Tlačit	AP	Náročnost tlaku	APA, APB
POHYBY OČÍ		OVLIVŇUJÍCÍ VELIČINY	PŘÍKLAD
Sledování	ET	Vzdálenost mezi zornými body	ET
		Vzdálenost očí od styku zorných bodů	
Zaostření	EF	-	EF

Tabulka 3-8 MTM rozdělení pohybů

Tabulka pohybů pro analýzu MTM a jejich příklad			
POHYBY NOHOU + TĚLO		OVLIVŇUJÍCÍ VELIČINY	PŘÍKLAD
Chodidlo	FM	S tlakem, bez tlaku	FM, FMP
Jedna noha	LM	Do 15 cm, nad 15 cm	-
Úkrok	SS	Do 30 cm, nad 30 cm	SS-C1, SS-C2
Otočení tělem	TB	Pomocí jedné, pomocí obou nohou	TB-C1, TB-C2
Neztížená chůze	W-P	Bez zátěže a překážek	W-P, W-PO
		Omezená, se zátěží	
Předklon	B	-	-
Napřímení	A	Z předklonění	AB, AS
		Ze sehnutí	
Úklon	S	-	-
Kleknutí na jednu nohu	KOK	Poklek na jedno koleno	KOK, AKOK
		Zvednutí z jednoho kolene	
Kleknutí na obě nohy	KBK	Poklek na obě kolena	KBK, AKBK
		Zvednutí se z obou kolen	
Sednout	SIT	-	-
Vstát	STD	-	-

Tabulka 3-9 MTM rozdělení pohybů 2

Zkratky v druhém sloupci vycházejí z anglických názvů, nicméně jsou důležité pro zápis samotných úkonů (viz příklady) v následující analýze.

Zde ještě pár drobností vztahujících se k výše uvedené tabulce:

- Úkon uchopení je rozčleněn mimo náročnosti úchopu také na „přehmátnutí, přebírání, uchopení s výběrem, předávání či dotyk“. Dbá se zde také na to, jestli předmět leží volně či je zamíchán do skupiny předmětů nebo jestli je např. ostrý. [16]
- V případě přemístění, kdy bylo již uvedeno v tabulce, že se rozděluje síla na statickou a dynamickou, je statická síla uváděna již v TMU jednotce, zatímco dynamická je uvedena formou koeficientu. Platí také, že přemísťuje-li pracovník oběma rukama, zapisuje se tento fakt s číslicí dvě za lomítkem (SC2/2). [16]
- U spojování se pak dbá na zmíněné lícování, a především symetrii předmětů. Symetrické předměty umožňují spojit dva předměty v jakékoliv poloze – jedná se o kruhový průřez. Polosymetrické předměty umožňují spojení ne v každé, ale ve vícero polohách (křížový šroubovák). A nakonec nesymetrické předměty je nutno nastavit k sobě naprosto přesně, jinak není možné je spojit. Proto se takto zvyšuje časová náročnost při montážích. [16]

Data Kartu MTM lze nalézt v Příloze č. 2.

4 Ergonomie

Většina publikací, které mají co do činění s technologiemi a poznatky současného světa (takže prakticky všechny) začínají větou: „Rozvoj technologií a neustále zrychlování dnešního světa vede k ...“. Zbytek si lze domyslet. Ani zde by to však nebylo jinak. Každodenní život přináší nové a nové poznatky, včerejšek je již zapomenutou historií. Stále častěji jsou tak vyvíjeny modernější technologie, stroje a zařízení. A s těmito se musíme naučit pracovat. Hledisko technické je pro nás dnes prioritou, avšak ne každý si sám uvědomí, že i fyziologie, bezpečnost a hygiena práce má zde své velké opodstatnění. Je obrovský rozdíl mezi nároky na pracovní výkon a možnostmi člověka při obsluze zařízení. Tato odchylka pak nevyhnutelně vede k přetížení člověka. [8] V důsledku toho se potýkáme s únavou, zdravotními problémy krátkodobými či dlouhodobými (ať už se jedná o karpální tunely či dokonce nevratné poškození některých orgánů), depresí či syndromem vyhoření. A právě proto je důležité zabývat se ergonomií ještě dřív, než člověk k takovéto práci usedne a vystaví se zmiňovaným rizikům.

Ergonomie (z řečtiny *ergon* – práce, *nomos* – zákon) je vědní disciplína, která se zabývá optimalizací pracoviště a potřeb člověka v pracovním prostředí a podmínkách práce.

Oficiální definice zní pak takto:

„Ergonomie je vědecká disciplína, optimalizující interakci mezi člověkem a dalšími prvky systému a využívající teorii, poznatky, principy, data a metody k optimalizaci pohody člověka a výkonnosti systému.“ [22]

Pro naše účely vzhledem ke strojům a zařízením, můžeme ergonomii chápat jako přístup, pomocí něhož tyto prostředky přizpůsobujeme člověku, jeho omezením a schopnostem, již ve stádiu jejich vývoje. Tento přístup se nazývá *antropocentrický*. [8] Lze říct, že se zde „přizpůsobuje stroj člověku“.

Ještě v nedávné historii bylo něco takového zcela neznámé. Nikoho by nenapadlo sledovat hygienu práce při vývoji. Proto byly často tyto systémy nevyhovující a plynuly z nich výše zmíněné negativní následky. Přístup, kdy „člověk se přizpůsobuje stroji“, se nazývá *mechanocentrický*. [8]

Myšlenka ergonomie se historicky začala vyvíjet zejména v pracovní sféře, neboť se zřejmě začaly hlouběji zkoumat důvody onemocnění, předčasné odchody a celková fluktuace. V této sféře také existují normy, vyhlášky, nařízení a zákony, které upravují pracovní výkon. Tyto čtyři předpisy existují jak na národní, tak i na mezinárodní úrovni. Některé jsou pouze doporučené, jiné mají zákonný charakter.

4.1 Základní právní předpisy

Z legislativy zde zmíníme asi ty nejdůležitější zákony, vyhlášky a nařízení. Jedná se o následující:

- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) [23]

- Vyhláška č. 432/2003 Sb. - stanovuje podmínky pro zařazování prací do kategorií (V. č. 107/2013 Sb. – aktualizace + 2 další do roku 2020)
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. - stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci (NV č. 68/2010 – aktualizace + 6 dalších do roku 2020)
- Nařízení vlády č. 241/2018 Sb. - ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací [23]

„ČLENĚNÍ RIZIKOVÝCH FAKTORŮ PRACOVNÍCH PODMÍNEK, JEJICH ZJIŠŤOVÁNÍ A HODNOCENÍ

§ 2

(1) Rizikové faktory mikroklimatických podmínek se člení na zátěž teplem a zátěž chladem; chemické faktory se člení na látky a směsi obecně, olovo, prach, karcinogeny, mutageny, látky toxické pro reprodukci a azbest; biologické činitele se člení na skupiny; fyzická zátěž se člení na celkovou fyzickou zátěž, lokální svalovou zátěž, pracovní polohy a ruční manipulaci s břemeny.

(2) Není-li možné při zjišťování a hodnocení rizikových faktorů pracovních podmínek postupovat podle tohoto nařízení, postupuje se podle metody obsažené v české technické normě, která tyto metody obsahuje⁶⁾, při jejímž použití se má za to, že výsledek je co do mezí stanovitelnosti, přesnosti a správnosti prokázáný. Při použití jiné metody než metody obsažené v české technické normě musí být doloženo, že použitá metoda je stejně spolehlivá.

(3) Rizikové faktory hluku, vibrací, neionizujícího záření, optického záření a ionizujícího záření, způsob jejich zjišťování a hodnocení, jejich hygienické limity a podmínky ochrany zdraví zaměstnance při práci exponovaného těmto rizikovým faktorům upravují zvláštní právní předpisy⁷⁾“ [24]

- „cílem pravidelného posuzování rizik je neustálé zpřesňování informací o hrozcích nebezpečích a rizicích práce,
- zpřesněním informací o rizicích dochází rovněž ke zlepšování pracovních podmínek pro zaměstnance a vytvoření podmínek pro bezpečnější práci.

Dalším přínosem této činnosti je:

- vytvoření většího povědomí o bezpečnosti práce mezi zaměstnanci,
- dosažení kladného formování bezpečnostní kultury v organizaci.

Při posuzování rizik a zlepšování bezpečnostní kultury realizujeme řadu změn:

- v pracovních procesech, u strojů a zařízení, nebo
- ve způsobech vykonávání pracovních činností.

Na základě zhodnocení účinnosti a efektivnosti řízení rizik současně dochází k výraznému omezení možnosti vzniku dalších rizik.“ [25]

4.2 Vývoj ergonomie

Člověk se však potýká s ergonomií nikoli pouze v zaměstnání. Je to otázka každodenního života. Už jen to, jaké má dotyčný držení těla. Jakou chůzi. Jak sedí u jídelního stolu. Jak sedí u počítače. Provádí-li při cvičení správně veškeré cviky... Tyto a další situace ovlivňují markantně kvalitu života.

Již v 15. století lze hledat zmínky svědčící o tom, že ne každému byla pracovní činnost člověka lhostejná, avšak organizace pracoviště je poměrně nová. Prvním takovým zastáncem

můžeme jmenovat F. W. Taylora. Ten dokázal ve čtyřech krocích zlepšit výkonnost dělníka na pracovišti a dosáhnout v té době nevídaných výsledků. Avšak stále zde nelze hovořit o ergonomii. Ba naopak. I přes tehdy známá fakta v oblasti fyziologie a anatomie tyto zásady Taylor nerespektoval. Až teprve jeho nástupci se o sledování těchto aspektů pokusili. V následujících letech tak kolísal výzkum ergonomie v závislosti na období válek a dalších výzkumů. Například se zkoumal vliv osvětlení na výkon člověka, avšak nakonec bylo zjištěno, že nelze tyto faktory zcela zobecnovat na veškeré lidstvo, neboť každý člověk je jiný. [8]

Na mezinárodní úrovni ergonomii začala řešit Mezinárodní ergonomická asociace od roku 1959. [26]

V České republice výše nastíněný vývoj probíhal s určitým skluzem, avšak prakticky obdobně. Ergonomii u nás zaštiťuje Česká ergonomická společnost od roku 1990, která sídlí v Praze.

V současnosti se k ergonomii jako takové přistupuje systémově. Výchozí myšlenkou je pojetí systému člověk – prostředí – stroj. Vždy je nutné akceptovat, že tyto tři pojmy jsou spolu provázané a nelze je řešit jednotlivě. V případě, kdy změním jeden prvek, ovlivní to i zbylé dva. [8]

Příklad: Ztlumíme na dílně osvětlení (prostředí). Člověk u stroje hůře uvidí, začne vyrábět zmetky (člověk). Tyto zmetky pak mohou poškodit chod stroje (stroj).

Dnes je ergonomii přikládán obrovský důraz. Tato disciplína propojuje práce mnoha vědních oborů od lékařů až po průmyslové inženýry. Nejedná se pouze o vnímání fyzického prostředí, ale také o psychologické procesy. Čím lépe je ergonomie v dané situaci zvládnutá, tím produktivnější a efektivnější práci člověk vykonává. [27]

Cílem ergonomie je tedy najít vyváženou strategii v systému člověk-prostředí-stroj (viz dále) a to tak, aby při každé situaci byl v souladu požadovaný *výsledek požadovaného úkolu* s možnostmi a schopnostmi (kapacitou) člověka. To vše s ohledem na dané podmínky. [8]

4.3 Tělesné parametry člověka

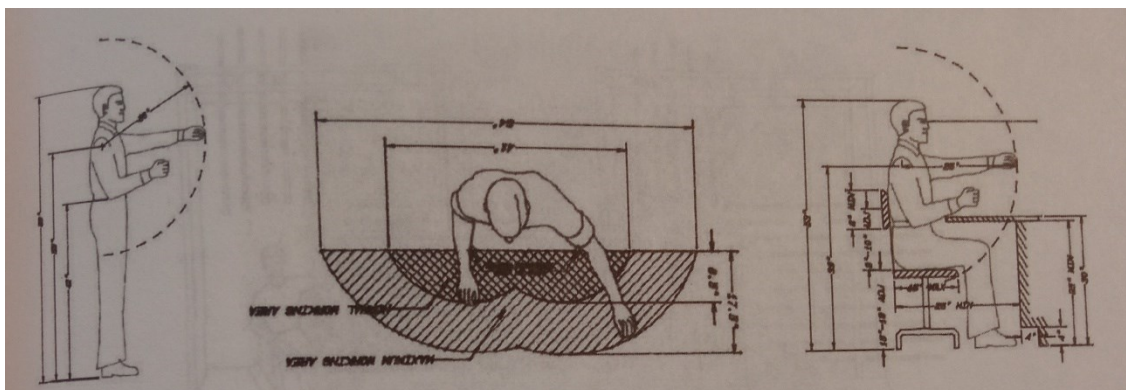
Při přípravě nejen pracovního prostoru, ale také zařízení (člověk – prostředí – stroj) musíme brát na zřetel veškerá omezení, které vyplývají z tělesných rozměrů člověka při uvážení konkrétního pracovního procesu.

Měření lidského těla započal Adolph Quetelet, [28] který použil pro tato zkoumání *popisnou statistiku*. Zjednodušeně řečeno se jedná o postup, kdy se obrovské množství dat z výzkumu zjednoduší pro lepší porozumění těmto datům. Tedy při měření určitého základního souboru¹ (neboli populace) porozumíme lépe výsledkům, neboť tento soubor může mnohdy být nekonečně veliký.

Následující obrázek ukazuje několik aspektů měření, které jsou použity pro běžné problémy s návrhem pracovního prostoru. Postavení, dosah na pracovním stole a sedící poloha operátora.

¹ Základní soubor je množina prvků, která nám bude něco vypovídat. Definuje se zvolenou vlastností. Díky tomu umíme o každém prvku říct, zda do této množiny patří či nikoliv.

Jedná se o rozměry, které jsou použity pro antropocentrický přístup. U mechanocentrického tyto rozměry nikdy nebyly brány v potaz (respektive nikdo nikdy nepřemýšlel o tom, že by nějaké takové měly kdy být vytvořeny).



Obrázek 4-1 Tři typy postavení operátora pro běžné antropometrické měření [28]

Na obrázku 4-1 šipky naznačují vzdálenosti / polohy, které jsou běžně měřené. Tyto nalezneme v normách. Nutno však říct, že tyto míry jsou zobecněny na „běžně oblečené“ lidi. Z obecného hlediska se jedná především o odlišnou výši podpatků. Někdo má boty s vyšším podpatkem než jiný. Bylo proto doporučeno přidat kompenzaci k těmto rozměrům, u mužů o 25 mm a u žen o 50 mm. [28]

Dále je také nutno respektovat různé výšky osob. Mezi operátory ve výrobě nalezneme jak lidi (obvykle spíše ženy) 160 cm vysoké, tak i takové, kteří měří 190 cm. Mezi tím je jednoznačně velký rozdíl. Může být i větší. Tyto rozdíly se pak řeší pomocí percentilů. Veškeré míry jsou určeny pro 95 % populace. Což znamená pro statistický rozsah od 5. do 95. percentilu.

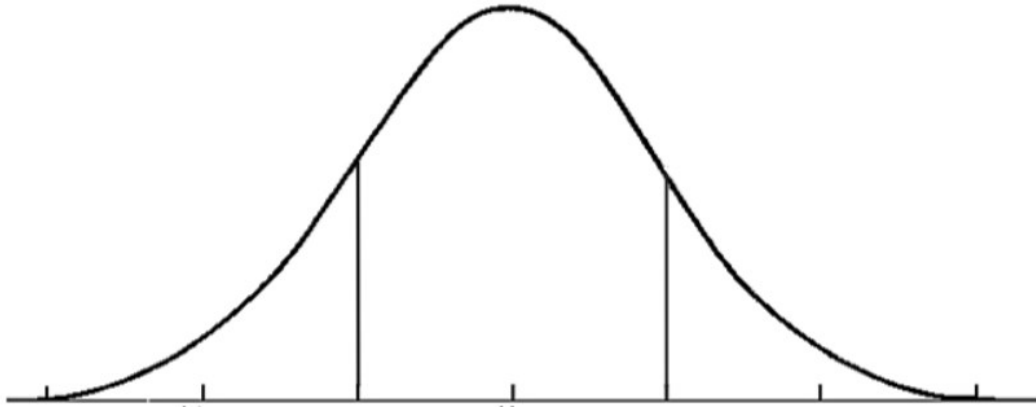
- 95. percentil = 5 % populace je vyšších než udávaná hodnota (mají větší rozměr)
- 5. percentil = 5 % populace je menších (mají nižší rozměr) než udávaná hodnota

Toto rozdělení se řídí Gaussovou křivkou. Jinak řečeno je to normální rozdělení. Toto rozdělení je jedním z nejznámějších a také nejdůležitějších rozdělení. Jedná se o pravděpodobnostní rozdělení náhodné veličiny. To se také vyskytuje nejčastěji, především v přírodě. Řídí se jím tedy zmíněné výšky postav či například IQ člověka. Většina ostatních statistických rozdělení se k němu při dostatečně velkém počtu vzorků přibližuje. [29]

Pro charakteristiku normálního rozdělení potřebujeme dvě konstanty, a to:

- Střední hodnota,
- rozptyl.

Střední hodnota leží uprostřed Gaussovy křivky (obrázek 4-2), respektive pod jejím vrcholem. To znamená, že při dostatečných pokusech měření bude vycházet nejčastěji hodnota v okolí střední hodnoty. To, že je křivka symetrická pak značí, že všechny ostatní hodnoty pak budou vycházet přibližně stejně často. [29]



Obrázek 4-2 Gaussova křivka [30]

4.3.1 Pracovní prostředí

Pracovní prostředí jsou vlastně veškeré fyzikální, psychologické, chemické, sociální a další faktory, které působí na všechny osoby pohybující se v pracovním prostoru. Z uvedené logiky věci pak může vznikat spousta rizik spojená s prací v tomto prostředí, jejichž působení může přinést velmi nepříjemné důsledky. I z tohoto důvodu existují pravidla, jak takové pracovní místo uspořádat.

Konkrétní míry na pracovišti vycházejí z norem. Ty jsou přizpůsobeny rozměrům osob. Zde musí být především splněno následující:

- Pracovní výška (odpovídá osobám a povaze práce),
- sedadlo (přizpůsobené anatomii člověka),
- prostor (dostatečný, pro pohyby těla),
- ovladače (musejí být v dosahu). [32]

Z antropometrických údajů (v tabulce 4-1, dány výše zmíněnými percentily) se vychází při projektování výrobních systémů. Mimo zmíněných 95. a 5. percentilů se 99. a 1. percentil pak používá například pro únikové cesty. Tyto údaje byly měřeny na nahém těle, kdy daná osoba nic nenesla ani nedělala. Proto se pak přidávají dle tabulek různé vhodné přídatky (tabulka 4-2). [33]

Č.	Popis	Označení	Hodnota mm		
			P 5	P 95	P99
1	Tělesná výška	h_1		1881	1944
2	Výška kotníku	h_8	96	96	96
3	Šířka loket-loket	a_1		545	576
4	Šířka ruky s palcem	a_3		120	
5	Šířka ruky u metakarpů	a_4		97	
6	Šířka ukazováčku (proximální)	a_5		23	
7	Šířka nohy	a_6		113	
8	Hloubka těla	b_1		342	
9	Dosah úchopu (dosah dopředu)	b_2	615	820	845
10	Tloušťka ruky v dlani	b_3		30	
11	Tloušťka ruky u palce	b_4		35	
12	Délka stehna	c_1		687	725
13	Délka nohy	c_2	211	285	295
14	Délka hlavy od špičky nosu	c_3		240	
15	Průměr nadloktí	d_1		121	
16	Průměr předloktí	d_2		120	
17	Průměr pěstí	d_3		120	
18	Funkční délka paže	t_1	340		
19	Dosah předloktí	t_2	170		
20	Dosah paže při upažení	t_3	495		
21	Délka ruky	t_4	152		
22	Délka ruky ke kořeni palce	t_5	88		
23	Délka ukazováčku	t_6	59		

Tabulka 4-1 Antropometrické údaje [33]

Přídavek	Hodnota mm
Přídavek k výšce x	
- základní přídavek na pohyb těla	50
- rychlá chůze nebo běh či časté nebo dlouhodobé používání	100
- boty nebo těžké obutí	40
- osobní ochranné pracovní prostředky, které zvětšují výšku osoby, například přilby	60
Přídavek k šířce y	
- základní přídavek na pohyb těla	50
- rychlá chůze nebo běh či časté nebo dlouhodobé používání	100
- pracovní oděv	20
- oděv, který bude poškozen dotykem se stěnami průchozího otvoru	100
- těžký zimní oděv nebo osobní ochranný oděv	100
- transport zraněné osoby	200

Tabulka 4-2 Přídavky [32]

Práci pak můžeme rozlišit na práci v sedě a ve stoje. Každá z těchto má samozřejmě své výhody a nevýhody. [32]

Dále je potřeba věnovat zvýšenou pozornost základním požadavkům na uspořádání pracovního prostředí:

- A. „celkové rozměry pracovišť;
- B. výměna vzduchu;
- C. tepelné podmínky na pracovišti;
- D. osvětlení;
- E. barevná úprava místností a pracovního vybavení;
- F. akustické podmínky;
- G. vibrace a nárazy;
- H. působení nebezpečných látek a škodlivého záření;
- I. ochrana proti nepříznivým klimatickým vlivům.“ [33]

V kapitole právních předpisů jsme si již naznačili některé zákony a také zde byl určitý vstup do rizik na pracovišti především ve formě nebezpečných látek apod.

Ad A) Rozměry pracoviště vychází z tabulky antropometrických údajů o pár řádek výše.

Ad B) Výměna vzduchu je upravována dle kritérií, jako jsou: počty osob na pracovišti, respektive v místnosti. Náročnost práce, především fyzické. Samotná velikost pracoviště, znečišťující látky a další. „Minimální vzdušný prostor na jednoho pracovníka při denním osvětlení je 12 m³ při práci v sedě; 15 m³ při práci ve stoje; 18 m³ při těžké tělesné práci. Bez denního osvětlení s umělým ovzduším je 20 m³ při práci v sedě; 25 m³ při práci ve stoje; 30 m³ při těžké tělesné práci.“ [34, s 14]

Ad C) V tepelných podmínkách se bere v potah teplota a vlhkost vzduchu či třeba také jeho proudění.

Ad D) Osvětlení je nutné dodržet především ve smyslu:

- „minimální světlá výška při denním osvětlení je 2,5 m při ploše menší než 50 m²; 2,7 m při ploše menší než 100 m²; 3 m při ploše menší než 2000 m².
- Bez denního osvětlení s umělým ovzduším je 3m při ploše menší než 100 m², 3,5 m při ploše menší než 2000 m², 4,5 m při ploše větší než 2000 m².“ [34, s 14]

Ad E) Barevné rozvržení musí být vhodné z hlediska jasu a bezpečnosti a také vnímání barev signalizující bezpečnost.

Ad F) Akusticky je potřeba zabránit škodlivému hluku v různých frekvencích, tlaku a srozumitelnosti řeči. [32]

Ad G) Rázy a vibrace nesmí poškodit zdraví člověka ani narušit jeho psychickou pohodu.

Ad I) Při venkovní práci musí být pracovník chráněn před klimatem – horkem, chladem, dešti aj.

4.3.2 Pracovní polohy

Samotné pracovní polohy se pak vyhodnocují pomocí různých metod, z čehož vyplyne jedna ze tří možností:

- Přijatelná poloha.
- Podmíněně přijatelná poloha.
- Nepřijatelná poloha. [31]

Přijatelná poloha je označována jako poloha, ve kterém osobě nehrozí žádné či jen zcela minimální riziko. Pokud vyhodnotíme konkrétní operaci takto, nemusíme vůbec nic měnit.

Podmíněně přijatelnou polohou je myšlena situace, při které již riziko vzniknout může. Tuto polohu je nutné zanalyzovat a v co nejbližší době upravit na přijatelnou. Doba, po kterou

zaměstnanec vykonává činnost v podmíněně přijatelné poloze, nesmí být dohromady delší než 160 minut. Doba, po kterou pracovník vykonává jednotlivou činnost v kuse, nesmí přesáhnout 1 až 8 minut dle typu polohy.

Nepřijatelná pracovní poloha zahrnuje zdravotní riziko, které je zcela nepřijatelné pro jakékoliv pracovníky či jejich skupiny. Doba trvání práce v takové poloze nesmí přesáhnout 30 minut. [31]

4.4 Výhody ergonomie

S ohledem na výše zmíněné, ergonomie vznikala postupně. Nejdříve se začaly upravovat jednoduché nástroje, a to obvykle jejich uživateli. Při používání různých ručních nástrojů si jejich majitelé postupně začali jejich tvary (především úchopové části) přizpůsobovat svým potřebám. [8]

To se postupně vyvíjelo a upravovaly se i složitější zařízení. Taylor pak ergonomii pojal ve smyslu zvýšení výkonu, ačkoliv nerespektoval již tehdy známé zásady z psychologie a dalších vědních disciplín.

Řekněme, že až v šedesátých letech dvacátého století se díky organizaci Mezinárodní ergonomická asociace začala zformulovat konkrétní pravidla.

Již z těchto jednoduchých faktů plynou určité výhody:

Zkoumání lidí, jejich fyziologie přineslo uzpůsobení většiny technologií tak, aby namáhání pro člověka bylo co nejpříjemnější. Díky tomu se značně snížily výskyty nemocí z povolání či celková nemocnost obyvatel. V případě osobního života zrovna tak. Toto dále vedlo ke zvýšení efektivity, o kterou usiloval již Taylor, kvalitnějšímu výkonu práce a snížení fluktuace. I s přibývajícím věkem pracovníků lidé nemusí tolik netrpět na problémy s pohybovým aparátem. Dále je zde patrné zlepšení emocionální stránky a také příjemnější firemní kultura.

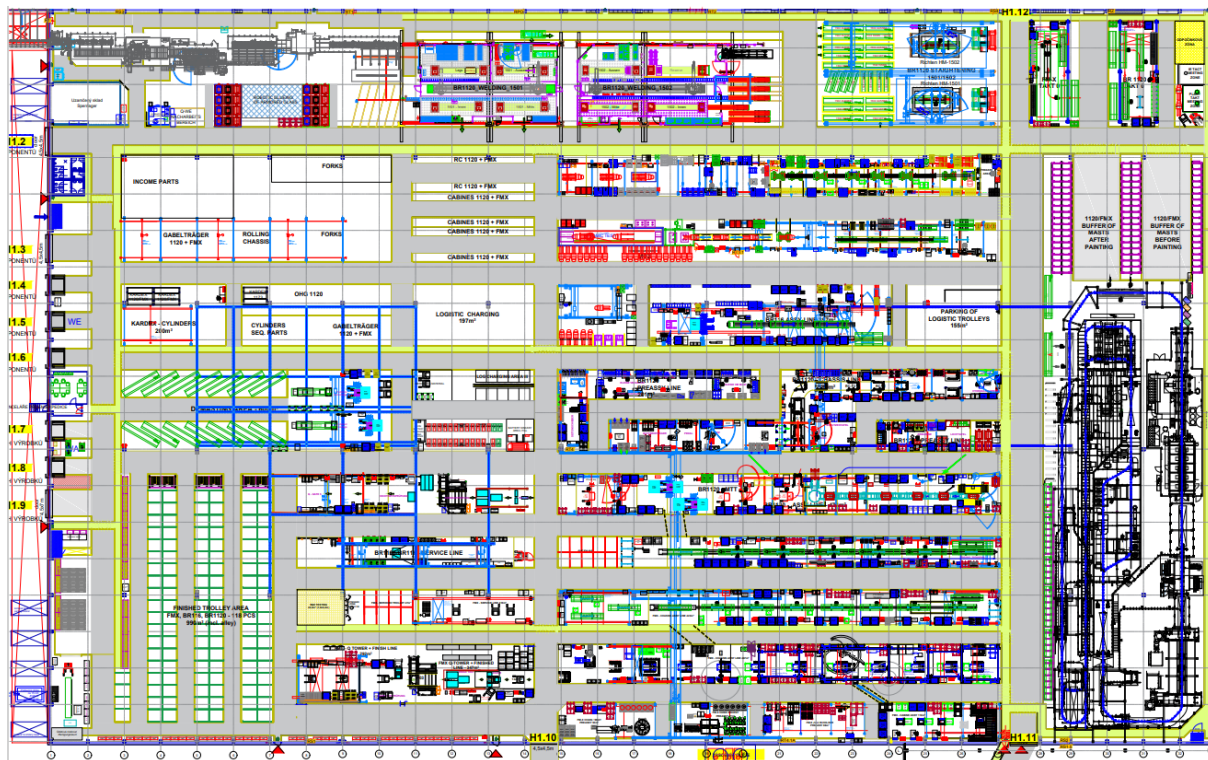
Praktická část

V první řadě je vhodné si představit podnik jako takový a jeho produktové portfolio. Následně specifikovat výrobu a pracoviště, na kterém se bude celá MTM analýza odehrávat.

5 Představení společnosti KION

KION Stříbro, sídlem Ostrov u Stříbra 19, 349 01 Kostelec, je součástí skupiny KION Group. Tato skupina se pyšní titulem druhý největší celosvětový výrobce skladovací techniky. V rámci České republiky vlastní tři výrobní závody, přičemž závod pro automatické dopravníkové systémy o rozloze 55 000 m² vznikl v roce 2018 v Ostrově u Stříbra v parku realitního fondu Accolade.

Probíhá zde výroba výsuvných a ručně vedených vozíků pro podniky Linde Material Handling, Fenwick a STILL. Výroba pro STILL v prostorách probíhá až od roku 2021, kdy byla přesunuta z Německa. Dále se v závodu vyrábí „[...] dopravníkové pásy, systémy třídění a skladovací a vyhledávací zařízení pro systémy Multi-shuttle společnosti Dematic“ [39] Ty jsou určeny mj. pro leadry trhu jako je Amazon. Využívá se na 5 000 položek odebíraných od některého ze 300 dodavatelů, z nichž se denně vyrobí více než 60 vozíků (retraků a ručně vedených vozíků). Tyto položky přicházejí do areálu zavedenou metodou just in sequence a just in time. Uvnitř podniku je také hojně využito elektronické metody kanban. Maximální roční výrobní kapacity, která činí 25 000 vozíků ročně, podnik plánuje dosáhnout do roku 2025. Obrázek 5-1 představuje celkový layout závodu.



Obrázek 5-1 Layout závodu KION Stříbro

Zaměstnává se zde zhruba 400 lidí (ačkoliv oficiální webové stránky udávají 280 zaměstnanců). Podíl veškeré možné práce připadá na roboty a automatické procesy, které jsou řízeny softwarovým systémem. Zbytek práce, která se automatizovat nevyplácí, je prováděna člověkem, avšak zaměstnanci se spíše uplatňují v rámci finální montáže vozíku.

Cílem firmy je bezpapírová továrna, a proto maximum administrativy probíhá v elektronické formě. Jednotlivé systémy zákaznických objednávek, komunikace s dodavateli, sledování výrobních zásob a jednotlivých procesů v rámci výroby až po distribuci finálního výrobku jsou online a jsou vzájemně propojené. KION Stříbro je pilotním projektem chytré továrny v rámci KION Group. Plánuje se seznámit a pokud možno zavést moderní metody jako vyhledávání pick-by-vioce či pick-by-vision.

5.1 Produktové portfolio

V současné době se zde vyrábí tři druhy vozíků, a to: FM-X (STILL), typ 1120 a 1173 (LINDE). Výroba FM-X, na kterou se studie bude zaměřovat, se přesunula z Hamburku. Tento vozík je typu reach truck, což znamená, že řidič sedí bokem ke směru jízdy. Výroba vozíku 1120 se přestěhovala z Anglie do německého Aschaffenburgu, z něhož se dále stěhovala do České republiky. Taktéž se jedná o typ reach truck. Vozík 1173 je pak ručně vedený elektrický vozík – paletový vozík, se zdvihem až 8 metrů.

Na pracovišti se řeší vždy jen jeden typ. Dále jsou pracoviště rozdělená na ty, kde se vyrábí podvozek (rolling chassis), kabina (šasí) a poté spojení – připojuje se mast (stožár).

5.1.1 FM-X (STILL)

Obrázek 5-2 ukazuje vozík FM-X. Jedná se o vysokozdvížné vozíky s výsuvným zvedacím zařízením. Je vybaven technologií, jenž umožňuje stabilizovat převážené břemeno a zvedací zařízení je tak vždy ve správné poloze pro přepravu dalšího nákladu. Díky impulsu se téměř ihned zastaví kývání ve vyšších výškách, což markantně zkracuje čekání (dle uvádění výrobce až o 80 %). Díky tomu je výroba mnohem efektivnější. Tento vozík je dále vybaven nosným zařízením, které zvedne 1 000 kg do výšky 13 m, což vede k úspoře místa ve skladech. Výšku lze předem navolit pomocí Joystick 4Plus či dotykového ovládání. Je tedy vhodný pro haly s možností skladování ve výškách. Baterie s kapacitou 930 Ah lze během 30 minut nabít na 50 % kapacity. Maximální rychlost vozíku je udávána 14 km/h. Vozík umí měřit výšku díky LED snímači. U tohoto vozíku, jak je již dnes zvykem, myslel výrobce i na ergonomii. Lze přizpůsobit volant i sedadlo potřebám obsluhy. Také je myšleno na útlum vibrací. [38]



Obrázek 5-2 FM-X [38]

5.1.2 Typ vozíku 1120 (LINDE)

Tento typ, vyobrazený na obrázku 5-3, je též konstruován s bočním sezením ke směru jízdy. Vozík je tříkolový a je vybaven výsuvným stožárem. Díky tomu je vhodný do velkých výšek. Stejně jako FM-X, i zde se kladl při jeho konstrukci důraz na ergonomii a bezpečnostní prvky. Příkladem může být nastavitelný ovládací panel či panoramatické zpětné zrcátko. Vozík je také vybaven rotačním majákem upozorňující ostatní na pohyb vozíku v jejich blízkosti. Pohon zajišťuje „[...] 6,5kW střídavý motor s vysokým točivým momentem, pro zdvih 14 kW utěsněný střídavý bezúdržbový motor. Ty jsou spolu s výkonovým modulem umístěny pod krytem pod sedadlem řidiče. Zdrojem energie jsou olověné akumulátorové baterie, které zároveň slouží jako protizávaží.“ [41] Vozík lze vyrobit dle přání zákazníka v několika různých provedeních (například průhledná střecha kabiny). Stožár lze vysunout až do výšky 13 metrů při nosnosti až 2 tuny. [41]



Obrázek 5-3 vozík 1120 [41]

5.1.3 Typ vozíku 1173 (LINDE)

Jedná se o ručně vedený elektrický vozík s výsuvným zvedacím zařízením (stožárem) viz obrázek 5-4. Lze jej rozdělit na dva základní typy ACC a AP. ACC je ručně vedený vozík. AP je vybaven sklopnou plošinou, díky níž lze obsluhu usnadnit práci při přemísťování na delší vzdálenosti. V případě ovládání za chůze má vozík max. rychlost 6 km/h, v případě ovládání ve stoje na vozíku (AP) 8 – 10 km/h s nosností 1 200 – 2 000 kg u obou. Motor pro Acc dosahuje výkonu 1,5kW, pro AP 2,3 kW. energii vozíku poskytuje buď olověná baterie nebo gelová. [40]



Obrázek 5-4 vozík 1173 [40]

5.2 Specifikace výroby

Při přejímání výroby FM-X z Německa do ČR se zaměstnanci zaškolovali 6 týdnů v Německu a 4 týdny bylo v ČR 5 německých pracovníků, kteří poté pomáhali zaškolovat a nastartovat celý proces. S každým novým projektem se lidé jezdí do Německa zaškolit, přičemž technologové, konstrukce a kvalitaři jezdí s předstihem. Operátoři jezdí zhruba 2 týdny před startem projektu na 4 – 6 týdnů v závislosti na typu projektu a jeho složitosti. Naopak minimálně na 3 týdny pak jezdí zástupci z Německa do KION Stříbro.

Centrální sklad dílů je umístěn uprostřed haly a výrobní linky, které zásobuje, proudí kolem něj ve smyčce, jež začíná na kraji haly u příjmových ramp a končí vedle expedice. Logistické vláčky pro větší manipulační jednotky linku zásobují v 25 a 45minutových sekvencích. Trasu a přesné lokace závazky řídí software. Ve Stříbře se vyrábí podvozky, kabiny a stožáry retraků. Vše se na dvou „svatbách“ spojí dohromady, v testovací věži projde počítačovým zátěžovým testem a směřuje k finálnímu auditu a výstupní kontrole. Expedici řídí software ERP z německé centrály, který určí, kam se hotový vozík zhruba do tří pracovních dní ze Stříbra vydá.

V kanbanu je zaveden tzv. dvoubinový systém s jednou vratkou, kam se dávají prázdné boxy. Objednávku tvoří operátor přes čárový kód, kdy se po načtení vytvoří objednávka do skladu a tzv. „vláčkař“, který projíždí, tak přiveze a založí dva boxy. Zavážení vláčkem může trvat i 2-3 hodiny, než obsluha dojede celou frontu – objednané materiály chodí do fronty, dle které obsluha zaskladňuje. Ke každému modelu je unikátní materiál vychystáván sekvenční vozíkem.

Ve výrobě existuje vždy jednoznačné sekvenční číslo (obrázek 5-5), kterým se řídí celá linka (všichni operátoři). Na obrázku 1-3 je toto číslo znázorněno na FM-X vozíku a znamená: typ vozíku 119, rok 21, měsíc 10, den 4, číslo zakázky ve dni 2. V současnosti jsou v plánu 3 vozíky denně, takže číslo zakázky může být 1, 2 nebo 3. Každá linka má jiné číslo na začátku. Toto číslo si operátor najde na prvním taktu a s tím poté pracuje. Vždy když dokončí první pracoviště, musí ukončit zakázku, aby se objevila na dalším pracovišti. Zakázka nikdy není vidět v celé lince ale pouze tam, kde se s ní zrovna pracuje.

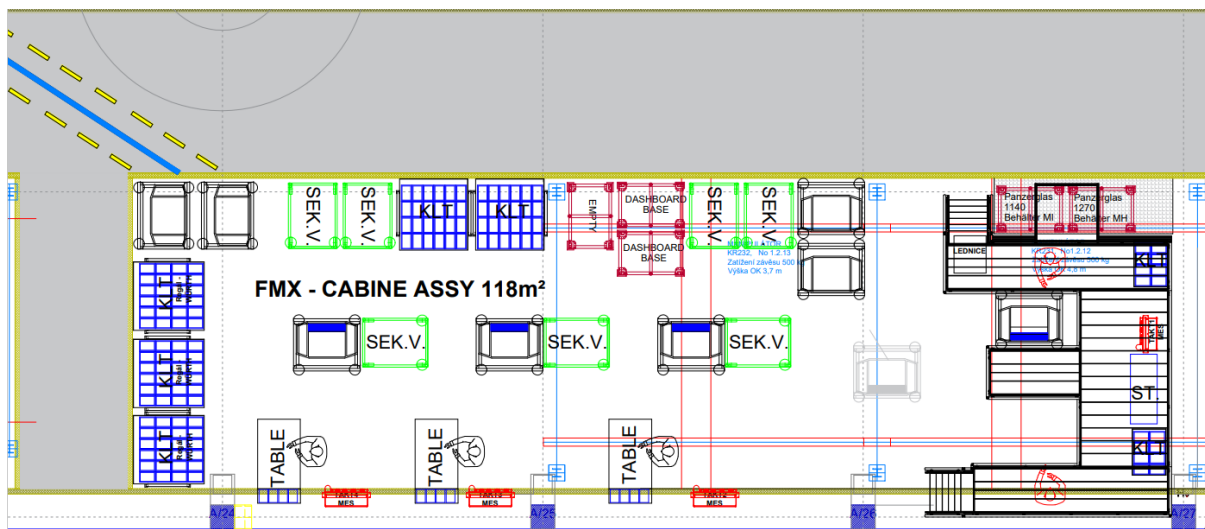


Obrázek 5-5 Sekvenční číslo

Každé pracoviště je také vybaveno čtečkou na kartu pracovníka pro lepší kontrolu. Dále pak skenerem na objednávání materiálu. Některé díly se tzv. „serializují“ a ověřuje se, že skladník přivezl správný díl. Ten se naskenuje, propíše a systém poskytne zpětnou vazbu, jestli jde o správný materiál dle kusovníku. Pokud ne, přivolá se mistr, zdali je chyba v systému či chybu udělal skladník.

5.3 Specifikace pracoviště a postup práce

Na obrázku 5-6 je vyobrazen pohled na pracoviště kde bude prováděna MTM analýza.



Obrázek 5-6 Layout pracoviště

Zde se vyrábí kabiny pro retraky FM-X. Kabiny se vyrábí v několika různých obměnách. V SAP systému je pak uložen pracovní postup pro celé portfolio FM-X. Jednotlivé návody pro procesy nenajdeme, neboť není reálné je neustále udržovat.



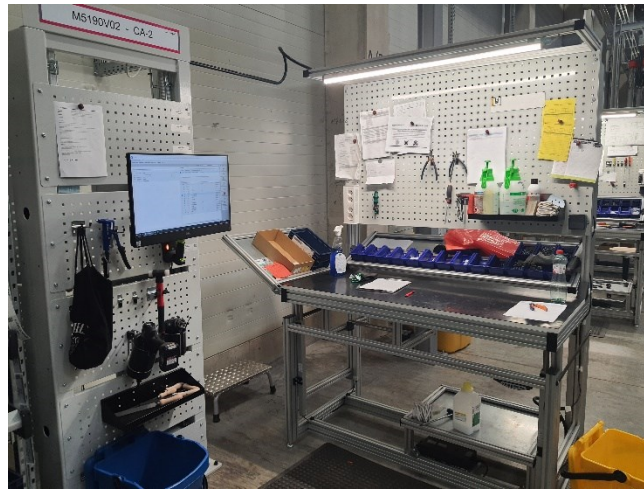
Obrázek 5-7 Kabina nepolepená, vstupní díl

Kabina je vyráběná jako jeden celek z šedého vstupního materiálu (obrázek 5-7), který se dále běžně polepuje oranžově (obrázek 5-8). K dispozici je však paleta asi 40 barev na přání zákazníka. Toto lepení je bohužel mnohem náročnější než lakování, neboť může dojít snadněji k jeho poškození. Proto audit kontroluje nalepení dle šablon. Nesmí být nalezeny žádné bublinky, jinak se lepení strhává a dává nové. Také je tento způsob náchylný na prořiznutí.



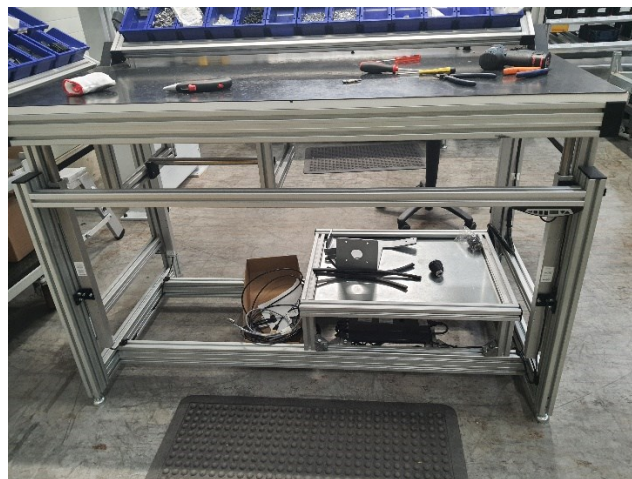
Obrázek 5-8 Polepená kabina, hotový výrobek

Mechatronika pro kabiny je pak z černé barvy. Veškeré výrobní procesy jsou dále promítány na obrazovce, kterou je vybaveno každé pracoviště (obrázek 5-9).



Obrázek 5-9 Pracovní stůl, obrazovka s postupem

Každý stůl na pracovišti znamená další takt. Pracovní stoly jsou nastavitelné (obrázek 5-10), dají se tak jednoduše přizpůsobit různým rozměrům pracovníků.



Obrázek 5-10 Nastavitelný pracovní stůl

Nářadí přichází na pracoviště s využitím metody kanbanu. Kanbany jsou vidět na obrázku 5-11. Dále můžeme v buňce vidět převozní vozík na nářadí.



Obrázek 5-11 Kanban

Montáž kabiny pro FM-X podnik stojí velké množství času, u kterého si je vědom možnosti optimalizace díky jeho zkrácení. Také zaznamenává četné zbytečné prostoje, které požaduje minimalizovat. I při návštěvě podniku bylo patrné, že operátoři často na něco čekají, povídají si a plně se nevěnují své práci, nevyužívají tedy plně svůj pracovní fond. Při prvotní konfrontaci s pracovištěm se nezdá, že by operátoři neměli co dělat nebo že by čekali na nějaké montážní prvky či nářadí. Na druhou stranu je zjevné, že má podnik do výroby dobře zapracovanou metodu 5S a zdá se, že tedy tyto prostoje nejsou a nebudou způsobeny hledáním nástrojů. Z těchto důvodů také bude kladen důraz na podrobnou analýzu pracoviště v souvislosti s časy potřebnými na jednotlivé pracovní operace. Pozornost bude věnována zbytečným pohybům, případnému přeuspořádání pracoviště na základě zjednodušení některých operací.

Výroba, respektive montáž kabiny bude analyzována metodou MTM. Analyzovat se bude přibližně 45minutová operace. Jelikož se v podniku vyrábí několik různých typů vozíků, analyzován bude typ, který se vyrábí nejčastěji. Pro ten se na pracovišti vytvoří snímek operace. Rozeberou se jednotlivé operace na konkrétní pohyby a spočítá se konkrétní časová dotace na blíže definovaný měřený úsek. S vysokou pravděpodobností se výsledkem zjistí, že některé pohyby jsou zcela zbytečné, popřípadě by se daly udělat jednodušeji, lépe a s využitím kratšího času.

Studie také předpokládá, že se při této analýze přihlédne i k ergonomické stránce, neboť tato disciplína velmi úzce souvisí s jakýmkoliv pracovištěm a jakoukoli případnou změnou, která by se eventuálně měla odehrát. V případě úpravy pracovních operací je nutné brát ohled především na faktor člověka, jeho pohodlí a psychickou i fyzickou pohodu.



V závěru se posléze bude navrhovat konkrétní možné lepší využití času při montáži této kabiny FM-X.

6 Analýza současného stavu


Pro analýzu pracoviště byla použita analýza MTM, jak již napovídá sám název studie. V počátku byly provedeny video náměry, jejichž MTM kódy budou detailně zpracovány v samostatném excelu. Celkový skutečný náměr činí 3 420 vteřin, tedy 57 minut. Práce probíhá na čtyřech pracovních místech a má svůj postup, který je převzatý z Německého podniku. Bohužel však tento postup není možné zcela přesně dodržet. Jedná se především o problém na prvním pracovním místě. První pracovní místo je vyvýšená plošina. Odtud je možné montovat na vršek kabiny střechu nebo například maják, či jiné osvětlení (dle varianty vozíku, která se zrovna vyrábí). Problém je v tom, že operace *montáž majáku* patří dle postupu až na čtvrté, tedy poslední pracovní místo. Jelikož by však bylo velice neefektivní vozík zbytečně tlačit od prvního místa do čtvrtého a pak jen kvůli majáku zpět k prvnímu, přesouvá se tato montáž právě na první místo. Tím je ušetřen výrobní čas. Další rozbor operací a pracovišť bude uveden v následujících kapitolách.

Obrázky 6-1 a 6-2 prozrazují v úvodu informace o analyzované operaci. Jedná se tedy o pozorovací analýzu ochranné stříšky (kabiny) řidiče FMX – její technologický postup a maximálně zjednodušený layout. Dále pak zjednodušeně charakterizují práci, osoby, jež ji provádějí a prostředky, které během operace budou používány. Jedná se o krycí listy samotné analýzy, které se používají v úvodu kódování.

Další kapitoly pak pokračují samotnými kroky, které celá operace obnáší.

	Popis pracoviště		Ev.č. <input type="text"/>
	<input checked="" type="checkbox"/> Pozorovací analýza <input type="checkbox"/> Plánovací analýza		List/Listů <input type="text" value="1/22"/>
Název operace	<input type="text" value="Montáž kabiny FMX"/>		
Organizační jednotka	<input type="text" value="Ostrov u Stříbra"/>		
Zpracoval	<input type="text" value="Michaela Pichrtová"/>	Datum	<input type="text" value="01.01.2022"/>
<p>Technologický postup</p> <p>Pracovník na plošině namontuje střešku kabiny. Dále připraví střešní maják s kabely. Následně se kabina přesune k robotickému podavači, který usadí do vozidla řadící desku. Postup pokračuje umístěním sloupku řízení, rozmotáním kabelů, připojením konektoru k řízení. Posléze přijde na řadu oblepení kabiny fóliemi a nálepkami a vybavení kabiny podhlavníkem. Dalším krokem je montáž přístrojové desky s tlačítky, její umístění do prostoru a zapojení všech konektorů. Následuje montáž ovládací konzoly s tlačítky, polepení a umístění do prostoru kabiny. Také zapojení všech konektorů. Jako poslední krok obsahuje postup montáž panoramatického zrcátka, volantu a distančních plechů.</p> <p>Layout pracoviště</p>  <p>The layout diagram shows a workstation arrangement. At the top are two 'KLT' boxes and two 'Sekvenční vozík' boxes. Below them is a vertical stack of two 'KLT' boxes, a single 'Sekvenční vozík' box, and a 'Plošina 1' box. At the bottom are three 'Stůl' boxes labeled 'Stůl 4', 'Stůl 3', and 'Stůl 2', each with a 'PC' box underneath. To the right of the tables is a circular 'Robotický podavač' box.</p>			

Obrázek 6-1 Vstup pro analýzu MTM, část 1

	<p style="text-align: center;">Popis pracoviště</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Pozorovací analýza <input type="checkbox"/> Plánovací analýza</p>	<p>Ev.č. <input type="text"/></p> <p>List/Listů <input type="text" value="2/22"/></p>
<p>Charakteristika pracoviště</p>	<p>Pracovník obsluhuje 4 stoly. Každý stůl znamená další takt na kterém probíhá několik činností. První operace probíhá z plošiny, kde se montuje vršek kabiny a světla. Dále probíhá montáž přístrojové desky, ovládacích panelů, lepení značek či podhlavníku. To vše v různých obměnách v závislosti na požadavku klienta.</p>	
<p>Pracovní a pomocné prostředky</p>	<p>Vrtačka, kleště, ráčna, šroubovák, Akumulátorový šroubovák, Momentový klíč, šroubovák s vnitřním šestihranem SW 2,5, Kleště na pojistné kroužky, kladivo, plstěná stěrka, hadr, rozstříkací láhev, utěrka, magnetické šablony, štětec, Kleště seger zahnuté</p>	
<p>Osoby</p>	<p>zpracování, kmenoví pracovníci</p>	
<p>Osobní a ochranné pomůcky</p>	<p>rukavice</p>	
<p>Relevantní vlivy prostředí</p>	<p>jednotvárný hluk</p>	
<p>Zvláštní požadavky na proces</p>		

Obrázek 6-2 Vstup pro analýzu MTM, část 2

6.1 Montáž majáku

Samotný začátek práce je možné umístit k druhému pracovnímu místu – tedy prvnímu stolu v pořadí. Zde začíná práce tím, že se v SAP systému na obrazovce přečtou instrukce k pracovnímu postupu. Pracovnice tento postup dělat nemusí, neboť práci dobře zná. Musí ale na obrazovkách u pracovních míst postupně potvrzovat již provedenou práci.

Následuje přechod k sekvenčnímu vozíku, na kterém visí postupový list pro konkrétní typ vozíku. Přesným obsahem je číslo manipulační jednotky (5003601), sekvence (119220111001) stejně jako na obrázku 5-5 a cílové skladové místo (52M1-A059). Tato čísla jsou zde ukryta také v čárových kódech. List dále obsahuje položku *Pickovací pozice*. To obsahuje množství, název jednotky, číslo produktu, označení produktu a položku. Díky označení produktu je pak na první pohled patrné, zda bude na kabinu montován maják nebo světlomety nebo třeba obojí. Tento list pracovnice letmo prohlédne a otočí, aby viděla taktéž druhou popsanou stranu.

List je pověšen na sekvenčním vozíku, na kterém jsou již připraveny potřebné komponenty pro montáž. Pracovnice se tedy odebere pro kabel s průchodkou, které jsou potřeba pro namontování majáku na střechu kabiny. S těmito dvěma komponentami se vrací ke svému pracovnímu místu. Z kabelu je v této chvíli nutné sundat samolepící vázací pásek. Po rozebrání kabelu se protáhne kabelovou průchodkou.

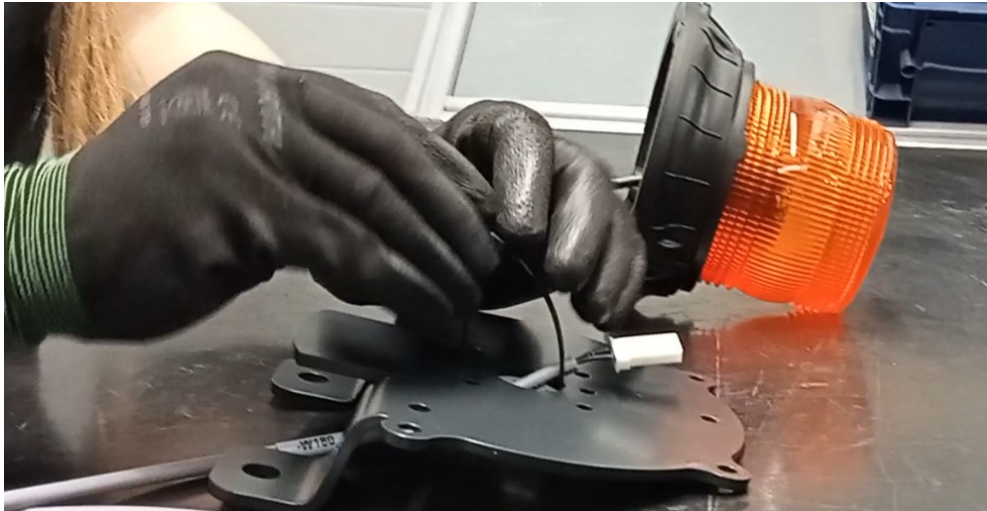
V tuto chvíli je nutné vzít samotný maják. Ten je uložen v regálu v KLT boxu asi 4 kroky od pracovního stolu. Při shýbání pro maják v cestě překáží robotický podavač (viz obrázek 6-3), který bude následně taky potřeba, proto je nutné jej posunout stranou (možný návrh na zlepšení), než se pracovnice pro box sehne. V tomto boxu se nachází celkem 6 majáků, je tedy nutné vybrat pouze jeden. Jiný maják v tento den již montován nebude, takže zde můžeme pojmenovat nadbytečnou zásobu. Po vzpřímení z předklonu pracovnice opět přesouvá robotický podavač zpět blíže k regálu a odchází maják odložit na stůl.



Obrázek 6-3 Robotický podavač

Z důvodu nepřipravených vázacích pásků, které budou v poměrně hojném množství potřeba po celou dobu montáže, odchází pracovnice k pracovnímu místu číslo 3. Vybírá hrst pásků z nádoby a vrací se zpět ke svému připravenému pracovišti. Jednu pásku odebere a odloží na stůl pro další práci a zbytek ukládá do nádoby místo akumulátorového šroubováku, kterým bude utahovat šrouby. Následně sbírá pásku z pracovní desky a protahuje ji skrz otvor

v průchodce. Druhý konec pásky protahuje tak, že připevňuje kus vykukujícího protaženého kabelu k průchodce tak, aby nevypadl (obrázek 6-4). Následně se páska utáhne.



Obrázek 6-4 Protahení pásky kabelovou průchodkou

Po tomto utážení samozřejmě zbyvá přebytečná páska, která by se při manipulaci dále pletla. Proto pracovnice sahá pro kleště, které visí na háčku na nástěnce nad hlavou pracovnice. Těmito kleštěmi se odstříhne zbytek pásky. Ten je následně odložen po levé ruce na pracovní desku stolu. V tuto chvíli je připraven kabel pro napojení na maják. Odložený maják tedy pracovnice uchopí volnou levou rukou a přesouvá si ho do správné polohy pro napojení na vyčnívající kabel. Ten v tu chvíli již bere do ruky pravé. Následně spojí kabel, který je v majáku s kabelem vyčnívajícím z průchodky (obr. 6-4). Posléze majákem přiklopí průchodku.

Pravou rukou se dále natahuje pro tři matice a tři šrouby M6 do krabičky před sebou, kde je vedle sebe vyskládáno 17 krabiček pro drobné součástky. Všechny tři matky i tři šrouby jsou odloženy na stůl. Z něj se následně vybere vždy jedna matka a jeden šroub.

Šroub se bere do pravé ruky, matka do levé. Oboje se přesune k majáku, který se vezme oběma rukama a natočí tak, aby pravou rukou byl šroub zespod umístěn do otvoru, který spojí průchodku s majákem a levou rukou se shora umístí matka. Pravou rukou se zašroubuje šroub. Tento postup se třikrát zopakuje.

Maják je stále přidržován levou rukou, pravou se uchopuje akumulátorový šroubovák. Během přehmatávání levou rukou se všechny tři šrouby dotáhnou. Každé zavrtání trvá zhruba 1-2 vteřiny. Akumulátorový šroubovák se odkládá zpět na pracovní desku. Následně se tato pravá ruka přesouvá ke kabelu, který se přehodí přes maják tak, aby během další manipulace nepřekážel, viz obrázek 6-5.



Obrázek 6-5 Maják s kabelem

Levou rukou se sebere odložený odpad z vázacího pásku, přebere se do pravé ruky a maják se se zvedne z pracovní desky. Krokem k odpadovému koši se pak odhodí odpadová páska. Následuje 9 kroků k pracovnímu místu jedna – plošině – 6 kroků do schodů na plošinu a dalších 9 kroků po plošině až ke kabině. Jelikož je kabina oddálená od plošiny, je nutné se pro ni natáhnout a přitáhnout si ji blíž. Poté se třemi kroky obejde zábradlí, aby pracovníce byla blíže k místu, kam se bude maják montovat. Zde se usadí maják do rohu stříšky a kabel se vytáhne přes rám kabiny (obrázek 6-6).



Obrázek 6-6 Kabel umístěn na kabině

Dále pracovníce provede 6 kroků k desce stolu, která je na plošině také umístěna. Zde vybere z krabičky 2 šrouby M8, 2 matky M8 a ochranné krytky. Matky, šrouby a krytky jsou přenechány do levé ruky. Vybírají se také 2 záslepky. Po úkroku se seberou z pracovní desky dvě ráčny a třemi kroky se vrací zpět ke kabině. Tyto ráčny zde pracovníce odkládá na střešku kabiny, aby měla prostor pro manipulaci se součástkami. Odloženy jsou také součástky kromě jedné záslepky. Ta je ihned po úkroku umístěna. Zde se záslepka zatlačí do otvoru, kam má dle pracovního postupu přijít. Toto přitlačení je poměrně náročná činnost, samotné umístění trvá pracovníci zhruba 9 vteřin a vyžaduje vynaložit poměrně velkou sílu prsty. Dvěma menšími kroky se pak pracovníce vrací k majáku. Zde vybírá vždy šroub a matku. Šroub v levé ruce umísťuje zespod střešky kabiny, matku v pravé ruce pak umísťuje na šroub shora.

Tuto matku pak zašroubuje. U první matky toto šroubování čítá 4 otočky, u druhé pak 6 otoček, neboť jemné zaváhání nedovolí správně matku usadit na první závit. Šrouby nejsou samozřejmě zašroubovány nadoraz. Pro tento účel jsou uchopeny obě ráčny. Jedna se nasadí shora na matku (pravou rukou), druhá zdola na šroub (levá ruka). Oběma současně se pak dotáhnou oba dva šrouby, kterými je maják připevněn ke střeše. Ráčny se odloží a na hlavičky šroubů se usadí krytky přimáčknutím. V tuto chvíli se bere do ruky druhá záslepka, která se umísťuje do otvoru, kudy povede následně kabel od majáku dolů. Ten se pak několika přehmátnutími sebere a do této díry se spustí. Otvor je takto vytvořen ve sloupku a kabel je spuštěn až dolů do prostoru řidiče vozíku. Opět se seberou odložené ráčny a pěti kroky se přechází zpět k pracovní desce. Zde se ráčny odloží.

Pro další postup operátorka natahuje pravou ruku pro vázací pásku, kterou přeuchopí do levé ruky a provede dva kroky k visícím kleštím, které taktéž uchopí. Dalšími pěti kroky se vrací ke kabině, kde odkládá kleště. Přinesená vázací páska v tuto chvíli poslouží jako příchytka zajišťující začátek kabelu pevně k majáku, aby nebyl poškozen o jeho hrany a aby držel svou určenou pozici. Opět je nutné odstříhnout zbytek nepotřebné vázací pásky, což se provede původně odloženými kleštěmi, které se nacházejí po pravé ruce pracovnice. Následuje tedy jejich uchopení, umístění k pásku a odstřížení jeho přebytku. Po sedmi krocích zpět jsou kleště uloženy na své původní místo. Triadvaceti kroky se operátorka vrací k druhému pracovnímu místu, kde se nachází koš na odpad. Zde pásku, kterou nese v ruce, vyhodí.

Dalších 9 kroků provede k sekvenčnímu vozíku, který překáží v cestě kabiny. Vozík tedy obouruč uchopí a kousek odtlačí. Dalšími třemi kroky přistoupí k samotné kabině, kterou chytí taktéž oběma rukama a táhne ji na svou další pozici. Jelikož však sekvenční vozík původně neodstranila z cesty dostatečně, po sedmi malých krocích s kabinou musí do vozíku znovu strčit. Táhnout kabinu za sebou je poměrně náročné, a tak ji obchází sedmi kroky z druhé strany. Teď ji může tlačit před sebou. Osmi kroky kabinu dostane na pozici pro vykonání další práce. Pustí ji.

6.2 Řadící deska, sloupek řízení

Pro montáž řadící desky bude mimo jiné potřeba již zmiňovaný robotický podavač. Jeho práce, stejně jako práce jiných strojů, se analyzovat MTM metodou nedá, proto lze v postupu MTM metody následně nalézt pouze *technický čas operace*, který je přímo vypočten z naměřeného videa. Jedná se ale jen o část času z této montáže, probereme si tedy postup této operace.

Operátorka přejde od kabiny šesti kroky k sekvenčnímu vozíku, na kterém je uložena řadící deska. Tento vozík uchopí oběma rukama a odtlačí jej dvaceti kroky mezi kabinu a robotický podavač. Dvěma dalšími kroky sekvenční vozík obejde tak, aby stála čelem k řadící desce, která je na něm uložena. Dále přejde jedním krokem k podavači. Ten uchopí a přesune ho s pomocí tří kroků k sekvenčnímu vozíku. Zde je nutné přesně mechanismus nasměrovat na řadící desku, aby ji bylo možné uchopit. V tuto chvíli nastává čas pro přerušení analýzy a vypočtení času, který je potřeba pro usazení desky do kabiny. Pracovnice podavač sice ovládá, ale samotná práce stroje se analyzovat nedá. Jak vypadá přesouvání desky vidíme na obrázku 6-7.



Obrázek 6-7 Přesun řadící desky do kabiny

Tato operace trvá 53 vteřin, včetně vrácení podavače na své místo, což je 1473 TMU jednotek, které se zapíší do samotné MTM analýzy jako výsledek této operace. Na tuto část analýzy poukazuje tabulka 6-1. Dle teorie, která je taktéž obsahem této studie, je patrné, že se tento čas vypočte jako podíl naměřených vteřin a koeficientu 0,036.

Usazování řadící desky						
			53,4	P3NSD		
			10,6	APA		
			15	W1P		Krok
			1473	PT		Usazování řadící desky pomocí robotické ruky 53 sec.
		RL1	2	RL1		
			45	W3P (G1A)	3	3 Kroky
		G1A	2			
			119	W7PO	7	7 Kroků se sekv. Vozíkem

Tabulka 6-1 MTM analýza času usazování řadící desky

Jedenácti kroky se odveze sekvenční vozík stranou téměř k původnímu místu. Následuje osm kroků k pracovnímu místu dvě (tedy tam, kde byl samotný začátek práce).

U této pracovní desky se z boxů vyberou 4 šrouby M8x20 a 4 podložky. Také se operátorka natáhne pro šroubovák, visící na háčku nad její hlavou. Ten uloží k boku do kapsy. Podložky jsou na pracovní desce nasazeny na šrouby a následně posbírány do jedné ruky. Druhou rukou jsou z jiného boxu vybrány také 4 šestihřanné matky M8. Dalšími osmi kroky se operátorka přesouvá ke kabině, kde bude provádět přišroubování usazené řadící desky. Shora umístí dva šrouby na jedné straně kabiny, dvěma kroky se přemístí na stranu druhou a opět umístí shora dva šrouby. K jednomu ze šroubu umístí zespod matici a 19x ji zašroubuje. Druhý šroub je umístěn již na hůře přístupném místě mezi kabely, proto operátorka sahá do kapsy pro šroubovák a tento šroub utáhne šroubovákem dvaadvaceti pootočeními. Před tímto úkonem ještě odstraňuje kabely, aby se k místu šroubovákem dostala (obr. 6-8).

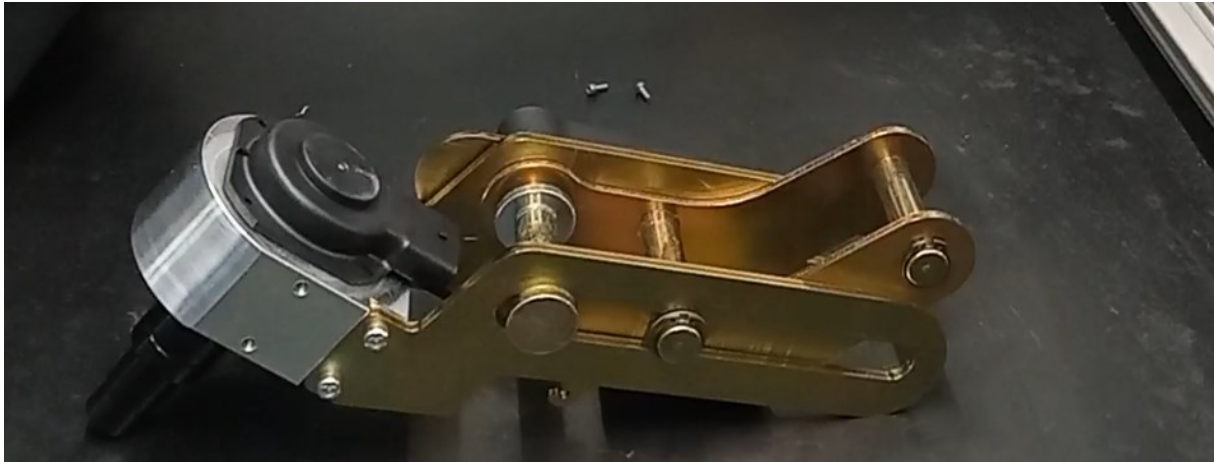


Obrázek 6-8 Ztížená dostupnost šroubu

Opět se přesune na druhou stranu kabiny, kde šroubovákem utáhne další, vzdálenější šroub. 12krát zašroubuje šroub, nicméně usazená deska nelicuje s dírami v kabině, proto musí operátorka přestat se šroubováním a přitáhnout desku do správné polohy. Teprve poté se jí šroub povede zašroubovat. Poslední, čtvrtý šroub, pak zašroubuje 7krát. Osmi kroky se vrací k pracovní desce, kde odkládá šroubovák na svou pozici.

S úkrokem se natahuje pro druhý akumulátorový šroubovák. Osmi kroky se pak přesouvá na kabinu. Během překonávání schodu se natahuje rukou, aby se přidržela rámu kabiny. Zde si aku šroubovák přebírá v ruce tak, aby byl připraven k vrtání a přesouvá jej k prvnímu šroubu. Zavrtání, stejně jako práce s podavačem, se pak analyzovat úplně nedá. Vypozorovaný čas utahování tohoto šroubu činí 8 vteřin, tedy 223 TMU jednotek. Přesun k druhému šroubu a jeho utahování po dobu 2 vteřin, 56 TMU jednotek. S dalšími dvěma úkroky je vrták přesouván ke dvěma šroubům na druhé straně kabiny. První šroub zabere 3 vteřiny (84 TMU jednotek) a po odhrnutí kabelu z místa posledního šroubu trvá utažení 2 vteřiny (56 TMU jednotek). Po sedmi krocích je aku vrtačka uložena zpět na své místo a po dvou krocích zpět ke stolu je saháno do boxů pro šest klecových matic. Dalších 7 kroků je potřeba ujít ke kabině, kam se klecové matice usadí. V průběhu těchto úkonů jsou matice předávány z jedné ruky do druhé. Samotné zatlačení je poměrně silově náročné.

Vzdálenost jedenácti kroků pak pracovnice překonává k sekvenčnímu vozíku. Z něj vybírá sloupek řízení a přesouvá se devíti kroky zpět k pracovní desce. Sloupek řízení odkládá a vyrovnává pro další práci. Levou ruku natahuje do boxu, ve kterém je uložen senzor. Ten vkládá do sloupku řízení. Senzor uložený ve sloupku zachycuje obrázek 6-9.



Obrázek 6-9 Sloupek řízení se senzorem

V dalším kroku operátorka sahá pro čtyři šrouby M3x8. Ty odkládá na stůl hlavami dolů, aby na ně mohla snadno umístit podložky. Následuje sahání pro čtyři podložky A3 a jejich umístění na připravené šrouby. Jelikož však nemá pracovnice po ruce připraven potřebný šroubovák, následuje 11 kroků k pracovnímu místu číslo tři. Z pracovní desky jej uchopí. Ten však není připraven pro další operaci, je tedy nutné sundat nástavec, sebrat z pracovní desky nový a vyměnit jej. Starý je odložen na pracovní desku. Dalších 10 kroků se vrací zpět k předchozímu pracovnímu místu. Všechny čtyři šrouby se postupně usadí na místo tak, aby byl senzor připevněn ke sloupku řízení. Tyto šrouby utáhne 7x pomocí šroubováku. Šroubovák je odložen na stěnu do držáku. Následuje rozebrání sloupku řízení.

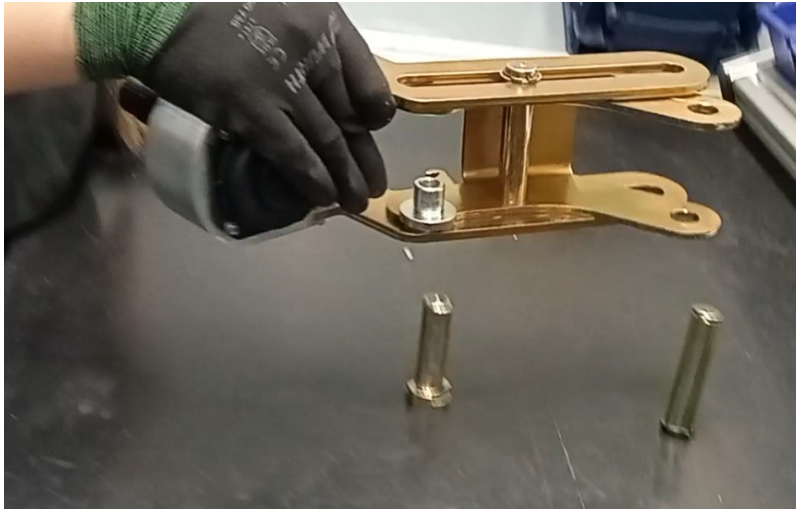
Operátorka sloupek otočí na bok a 9x zakrouží páčkou tak, aby uvolnila závit a sloupek se demontoval. Plíšek s páčkou odstraní a odloží na stůl. Pravou rukou sáhne pro visící kleště na pojistné kroužky. Přidrží si sloupek levou rukou a vyjme z něj pojistný kroužek pomocí kleští (obrázek 6-10).



Obrázek 6-10 Vyjímání pojistného kroužku

Kleště i s kroužkem odloží stranou.

Díky tomu je sloupek zcela rozebrán a je možné z něj vyjmout demontovatelné šrouby (obrázek 6-11).



Obrázek 6-11 Demontovatelné šrouby sloupku řízení

V tuto chvíli pracovnice sahá levou rukou pro tažnou pružinu, umístěnou v boxu před sebou. Sebere ze stolu také demontovatelný šroub, sloupek řízení a šesti kroky se přesune ke kabině. V kabině je sloupek vsunut na své místo do připraveného rámu. Pro jeho správnou polohu je pak vložen demontovatelný šroub. Vložení je opět silově poměrně náročné. Také pružina je vložena na své místo ve sloupku. Čtyřmi kroky se vrací zpět ke stolu, aby uchopila druhý demontovatelný šroub a kleště s pojistným kroužkem. Šest kroků ujde opět ke kabině. Kleštěmi v pravé ruce umístí do sloupku pojistný kroužek zpět na své místo. Touto rukou pak přehmátne kleště tak, aby nepřekážely a nadzvedne si sloupek s tím, že do něj vloží druhý demontovatelný šroub. Dalších šest kroků ke kabině dopomůže k odložení kleští na jejich místo na stěně. Levá ruka sbírá matku pro šroub a pravá zbytek sloupku – páčku s plíškem. Opět následuje 6 kroků ke kabině.

Levá ruka usazuje matku a 8x ji zašroubuje. Pravá ruka usazuje plíšek s kličkou zpět na své místo, přičemž levou si pomáhá přidržovat sloupek ve správné poloze. Otočení kličkou pro přišroubování 8x. Operace se zakončí pěti kroky zpět k pracovnímu stolu.

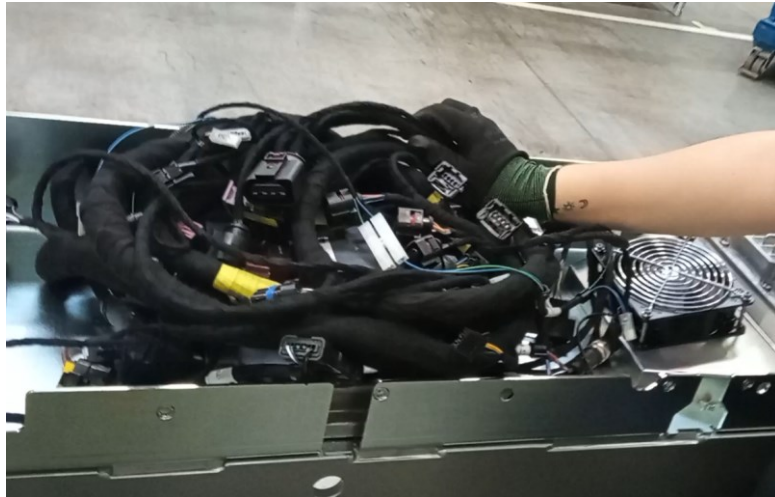
6.3 Roztřídění hlavního kabelového svazku

Pravděpodobně nejkratší z operací, jejíž náměr trvá pouhých 0,52 minuty.

Operace začíná uchopením kleští ze stolu a jejich umístění do kapsy u boku. Následují dva kroky pro vázací pásky, jejich vybrání. Celkem osmi kroky se pracovnice dostane na kabinu ke kabelovému svazku. Během výstupu na kabinu se přidržuje jejího rámu. Jelikož je kabelový svazek svázan vázacími pásky z výroby, je nutné je přestřípnout, což se děje ihned po výstupu na kabinu. Tyto kabely se poté přesunou stranou k podlaze, kde zůstanou připraveny pro budoucí použití na zcela jiném pracovišti. Kleště jsou mezitím odloženy zpět do kapsy u boku.

6.4 Připojit hlavní kabelový svazek na sloupek řízení

V tuto chvíli nastává rozmotání svazku a všech odboček (viz obrázek 6-12).



Obrázek 6-12 Kabelový svazek před rozmotáním

Patrně není vhodné popisovat rozmotávání, veškeré tyto úkony lze nalézt v příloze zakódované. Rozmotané odbočky s narovnaným hlavním kabelem se natáhnou tak, že visí přes hranu pultu dolů. Takto natažený kabel se oběma rukama vezme a vloží se pod sloupek řízení ke stěně kabiny do žlábků pro tento účel. Poté se pracovnice natáhne za sebe pro první vázací pásek, který je zde odložen. Přimáčknutý kabel ve žlábků tímto páskem přitáhne tak, aby držel svou polohu. Povytáhne sloupek řízení, aby si zpřístupnila vstup pro konektor. Jednu z odboček uchopí a do vstupu zapojí. Natáhne se pro další pásek a tuto zapojenou odbočku zajistí páskem ke svému místu. Opět se natáhne pro vázací pásek a tutéž odbočku připevní ještě na jednom místě. Natáhne se pro další pásek a uchopí další odbočku. Na konci této odbočky se nacházejí tři různé konektory. Z důvodu dalšího zapojování se jeden z konektorů oddělí, ohne a vázací páskou přitáhne ohnutý tak, aby nemohl být zaměněný za ostatní dva. Sebere opět volný vázací pásek. Ohne další část odbočky, která má na konci zase jiné konektory a opět stáhne pásy tak, aby nebylo možno konektory zaměnit. S předposledním páskem udělá totéž v jiném místě. Zbývající pásek upevňuje zcela jinou část kabelu k pultu kabiny.

Kleštěmi poté odstříhá zbytky pásek. Šesti kroky se pracovnice odebere k druhému pracovnímu místu, cestou vyhodí pásy a dvěma kroky dojde ke stolu. Odloží kleště.

6.5 Štítky a fólie

Operátorka začíná činnost natáhnutím pro magnetické štítky. Čtyřmi kroky se přesune ke kabině. Jeden štítek se přiloží na vnitřní stranu kabiny (viz obrázek 6-13).



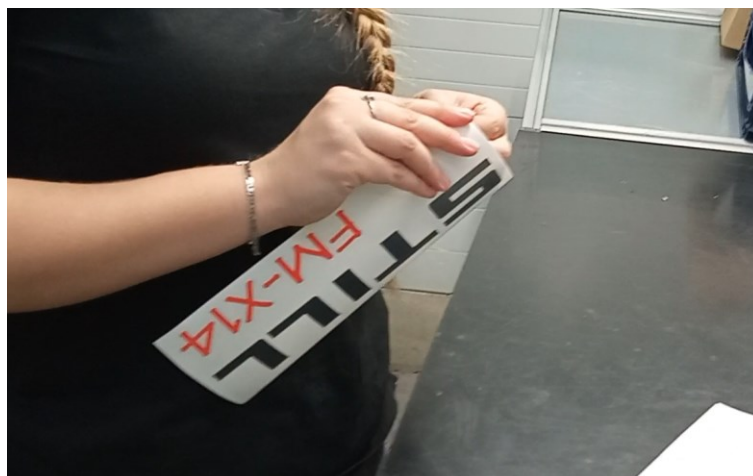
Obrázek 6-13 Magnetický štítek

Šesti kroky obchází kabinu. Umisťuje další štítek vně kabiny na roh. Shýbne se a přiloží další štítek. Šesti kroky obchází kabinu a stejným způsobem umisťuje další dva. Všechny magnetky se musí na místě vyrovnat na zcela přesné místo.

Dvanácti kroky odchází pracovnice pro fólie. Otvírá přihrádku a vybírá dvě nálepky *STILL FM-X14*. Nálepku odkládá na stůl a bere hadr a láhev s tekutinou, kterou je nutné očistit povrchy před lepením. Šestkrát zapumpuje lahev a nastříká si trochu tekutiny na hadr v druhé ruce. Lahev odkládá na policičku. Provede 6 kroků ke kabině a otre místo pro lepení nálepky. Čtyřmi kroky vyleze na kabinu a otre stejným způsobem nosný sloupek kabiny. 4 kroky dopomohou k přemístění k druhému sloupku, který také otre. Tentýž sloupek obejde, stále stojíc na kabině, a otre jej i zvenčí. Slezte z kabiny. Třemi kroky popojde k dalšímu místu, kde provede totéž. Vzdálenost sedmi kroků ke stolu překoná a hadr odloží na své původní místo.

Sejme si z rukou rukavice.

Uchopí jednu nálepku *STILL FM-X14* a odlepí z ní krycí papírek, aby ji mohla použít (obrázek 6-14).



Obrázek 6-14 Připravení nálepky STILL FM-X14 k použití

Krycí papírek odloží na stůl a vykoná 4 kroky ke kabině. Nálepku umístí přesně podle magnetky na stěnu kabiny (obrázek 6-15), vyrovná ji. Dlaní nálepku lehce uhladí.



Obrázek 6-15 Vyrovnání nálepky dle štítku

Pěti kroky se vrací k pracovnímu místu a sbírá druhou nálepku ze stolu. Opět z ní sejme krycí papírek. Osmi kroky obejde kabinu a vyrovná nálepku dle štítku na druhé straně. Nálepku uhladí. Osm kroků provede zpět k pracovnímu stolu.

Uchopení šesti nálepek z boxů. Provedení čtyř kroků ke kabině. Umístění nálepky a sloupnutí krycích papírků z druhé strany. Následné uhlazení nálepky a sundání štítku, podle kterého byla nálepka vyrovnána. Čtyři kroky pracovnice provede zpět ke stolu, kde pověsí magnetku na stěnu a odloží papírek z nálepky. Sedmi kroky se operátorka přemísťuje k dalšímu místu, kde bude umísťovat samolepku. Opět ji vyrovná přesně podle magnetky a odstraní z ní krycí papírky. Prstem vyhledá nálepku. Poté se sehne a vyrovná další nálepku k další magnetce stejným způsobem. Obě magnetky sejme ze stěny. Pěti kroky provede pohyb k pracovní desce a magnetku pověsí na stěnu. Papírek odloží na stůl.

Sedmi kroky obejde kabinu a zopakuje předchozí postup u dvou nálepek (nahore a dole). Sejme magnetky a sedmi kroky se vrátí k pracovní desce. Magnetku opět pověsí na stěnu.

Tři nálepky operátorka vyjme z boxu před sebou. Ze všech nálepek odstraní krycí papírky. Třemi kroky překoná vzdálenost ke kabině a s přidržení na ni vyleze. Nálepku umístí a sloupne krycí papírek. Dvěma kroky se operátorka přemísťuje k dalšímu místu lepení, umístí samolepku, vyhledá a sloupne krycí papírek. Totéž udělá se třetí nálepkou s jediným úkrokem. Dalších 6 kroků k pracovnímu místu, kde sebere odložený odpad a vyhodí jej do krabičky.

Dvěma kroky se přesune k dalšímu boxu. Vybere tři záslepky a přesune se ke kabině čtyřmi kroky. Všechny záslepky zatlačí do otvorů ve stěně kabiny. Stejným počtem kroků se vrací zpět a natahuje se pro stěrku. Další čtyři kroky zpět ke kabině. Pomocí stěrky v ruce vyhlazuje nalepené *STILL* nálepky (obrázek 6-16).



Obrázek 6-16 Vyhazení STILL nálepky

Po uhlazení se sejme krycí vrstva. Proces lze vidět na obrázcích 6-16 a 6-17.



Obrázek 6-17 Odstranění krycí vrstvy

Po stržení prsty uhladí nápis a vrátí se k pracovnímu stolu dvěma kroky, během nichž vyhodí strženou vrstvu. Pokračuje osmi kroky na druhou stranu kabiny k druhému nalepenému nápisu *STILL* a provede tentýž proces. Sedmi kroky se vrátí ke stolu a vyhodí odpad. Stěrku odloží na své původní místo.

Dalšími sedmi kroky dojde k regálu s vysouvacími boxy, kde jsou uloženy oranžové nálepky na bod kabiny. Z boxu vyjme oranžovou fólii a vrací se s ní zpět ke stolu. Z fólie odejímá krycí papír. Ten sroluje a odloží do připraveného koše. Pravou rukou uchopí z poličky pumpovací rozstřikovač a napumpuje čtyřikrát. Poté celou fólii popráší tekutinou. Z poličky si vezme houbičku a dvěma kroky přejde ke kabině. Tu v místě lepení fólie taktéž popráší tekutinou. Opět se vrátí pro fólii. Lahev cestou odloží na stůl.

Ze stolu sebere fólii, čtyřmi kroky dojde ke kabině a fólii vyrovná na místě. Nalepí ji (obrázek 6-18).

Bohužel v tomto konkrétním případě pracovnice zjišťuje, že povrch pod fólií je hrubý a nerovný, proto ji zde připraví o poměrně dlouhý čas oškrabávání těchto nerovností. Ty nejsou v MTM analýze zohledněny, jelikož se jedná o činnost nad rámec této operace. Výsledky by pak nebyly relevantní, neboť to není pravidlem pro montáž každé kabiny.



Obrázek 6-18 Lepení oranžové fólie

Umístěnou fólii poté vyhlazuje houbičkou, kterou si přinesla ve své kapse od stolu.

Třemi kroky se vrátí ke stolu, odloží houbičku. Následně zamíří sedmi kroky opět k regálu s vysouvacími boxy pro druhou oranžovou fólii. Celý proces zopakuje – od odnámání krycího papíru, přes srolování, poprašení (viz obrázek 6-19) až po nalepení a setření houbičkou.



Obrázek 6-19 Poprašování fólie

Následuje sedm kroků k pracovišti, kde odloží houbičku.

6.6 Montáž podhlavníku

Po zkontrolování postupu na obrazovce vynaloží devět kroků k sekvenčnímu vozíku pro podhlavník. S podhlavníkem se vrátí zpět k pracovnímu stolu. Odejme z něj pásy, chránící lepicí pruhy pod nimi před znečištěním (obrázek 6-20).



Obrázek 6-20 Podhlavník s krycími pásy

Tyto žluté pruhy zmačká a vyhodí do boxu po levé ruce. Uchopí podhlavník ze stolu a osmi kroky se dostane na kabinu k místu, kde se podhlavník nalepí. Podhlavník se vyrovná do určeného prostoru a uhladí (obrázek 6-21).



Obrázek 6-21 Umístění podhlavníku

Devíti kroky se pracovnice vrací ke svému pracovnímu místu. Zapomněla však nalepit štítek „Označení typu vozidla“ (v závislosti na sekvenci), což tedy provede v tomto kroku. Štítek sebere z boxu před sebou a zbaví jej papírové krycí vrstvy. Tu vzápětí vyhazuje do krabičky, jež je na to připravená. Dalšími devíti kroky se přesune ke kabině a umístí štítek na své místo pod přístrojovou desku zvenku. Štítek uhladí, aby lépe držel. Poté kabinu obejde a odtlačí ji k následujícímu pracovnímu místu.

6.7 Montáž distančního plechu

Operace začíná šesti kroky zpět k druhému pracovnímu místu, kde si operátorka předtím sundala rukavice. Bez nich nemůže pokračovat, proto si je nasazuje a jde k sekvencímu vozíku, ze kterého vyjme distanční plech a dva rámy, které budou montovány následně na sloupek řízení. S tím se vrací k pracovnímu místu 3, kde se bude odehrávat další pracovní činnost. To celé jí zabere celých 22 kroků.

Samotné rámy je v tuto chvíli nutné zbavit plastových obalů. S těmi se pracovnice dalšími 6 kroky přesunuje od stolu ke koši a zpět. Poté uchopuje akumulátorový šroubovák, ze kterého sejme původní bit a nahradí jej vhodným nástavcem. Sáhne pro dva šrouby s plochou hlavou M8x10, sebere distanční plech a míří ke kabině dvěma kroky. Jelikož se plech montuje až za sloupek řízení, musí si stoupnout až na kabinu.

Zde umístí šrouby skrz distanční plech a spolu s akumulátorovým šroubovákem přikládá plech k místu, kde bude v příštích krocích umístěna přístrojová deska (obr. 6-22).



Obrázek 6-22 Montáž distančního plechu

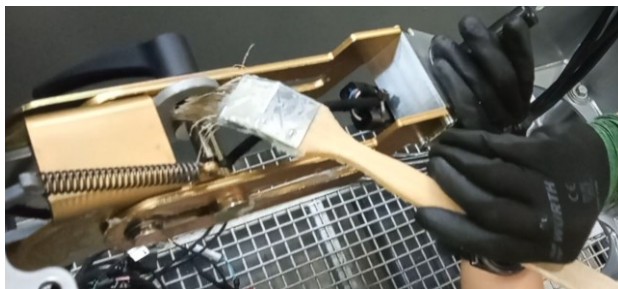
3 vteřiny trvá zavrtání jednoho šroubu. Poté pracovnice pustí plech, nasadí na akumulátorový šroubovák hlavičku druhého šroubu a spolu s ním jej umístí do druhé dírky distančního plechu, který musí vyrovnat na výstupek na kabině. Následuje opět technický čas vrtání.

V této chvíli pracovnice zjistí, že jí překáží při vrtání kabely. Ty tedy odsune stranou, aby následně mohla utáhnout šroub, který nebyl správně zavrtán.

Během cesty k pracovnímu stolu zbavuje akumulátorový šroubovák nástavce. U stolu pak sbírá jiný a vyměňuje ho. Původní zde odkládá a pro zatím odkládá i šroubovák.

6.8 Montáž obložení sloupku řízení

Aby bylo možné sloupek dlouhodobě a hladce používat, je nutné jej promazat ještě dřív, než se zakryje rámem (obložením). Proto ještě před montáží obložení operátorka sahá pro štětec, který se nachází namočený v kelímku s tukem. Ten v něm ještě trochu namočí a odchází ke kabině. Zde natírá sloupek, jedná se především o jeho funkční části, které budou třením dost často namáhány (obrázek 6-23). Takto promazány jsou jak vnější tak vnitřní části.



Obrázek 6-23 Namazání sloupku řízení štětcem tukem

Následně je sloupek po své dráze (viditelné na obrázku 6-23) zasunut pro lepší rozptýlení tuku. Poté se operátorka vrací ke svému pracovnímu místu, kde štětec opět vkládá do kelímku s tukem.

Zde zvedá ze stolu obložení pro sloupek a vrací se opět ke kabině. Sloupek vysune. Jednu polovinu obložení nasouvá na kličku a přikládá ji na samotný sloupek. Druhá polovina se na ni z druhé strany přiloží a nacvakne. Takto připravené obložení (obrázek 6-24) je nutné namontovat pomocí šroubů vždy dvěma šrouby s válcovou hlavou M5x8 na snímač řízení. Z toho důvodu se pracovnice opět vrací k pracovnímu místu. Zde bere ze stolu akumulátorový šroubovák a zmiňované čtyři šrouby.



Obrázek 6-24 Montáž obložení na sloupek řízení

Se šrouby se vrací ke kabině a postupně je navrtá tak, aby obložení drželo svou pozici. Následně otočí kličkou do správné polohy. Čtyřmi kroky zpět k pracovišti a odložení šroubováku ukončí tuto část operace.

6.9 Montáž loketní opěrky

Osmi kroky se dostane k sekvenčnímu vozíku. Do levé ruky uchopí loketní opěrku a do pravé kryt loketní opěrky. Obě položky přenesou k pracovnímu místu.

V tuto chvíli je nutné vybalit loketní opěrku z pěnového obalu. Popisovat všechny kroky je nesmyslné, a tak zde můžeme vidět v tabulce 6-2 pro představu konkrétní MTM analýzu vybalování loketní opěrky z obalu.

Vybalení loketní opěrky					
Sundávání obalu		G2	5,6	RL1	
		M10B	6,8	R14B	Sundávání obalu
			2	G1A	
Chycení vršku opěrky		RL1	2		
		R20B	10		
		G1A	2		
			13,3	M30B	
			2	RL1	
			14,2	R35B	
			2	G1A	
			10,5	M20B	
			2	RL1	
			11,1	R24B	
			2	G1A	
			11,8	M24B	
		SC4	2,8		
Vytažení opěrky		M40B4	16,692		
			2	RL1	Puštění obalu
			12,8	R30B	
			5,6	G3	Přidržení opěrky
Přidržení obalu		R40B	15,6		
		G5	0		
			13,3	M30B	Nadzvednutí opěrky
		G2	5,6		
Odstranění obalu ze stolu		M45B	16,8		

Tabulka 6-2 Vybalení loketní opěrky z obalu

Jak vidíme, pouze při vytažení opěrky z obalu je nutné kódovat tento úkon čtyřicet dva kódy. A to tento úkon samotný trvá pouhých 6 vteřin.

Obal je následně přenesen ke koši, kde je zmačkán a vyhozen.

Po návratu k místu práce operátorka sbírá loketní opěrku ze stolu a otáčí si ji pro následnou montáž do vhodné polohy. Z boxů před sebou pak vybírá dva čepy, kterými bude připevněna krytka loketní opěrky k opěrce samotné. Jeden čep je vsunut do závěsu v krytce. Ta je pak vsunuta takto do opěrky. V momentě, kdy visí v opěrce na jednom čepu, lze umístit na druhou stranu i čep druhý.

Krytka je zaklapnuta.

Pracovnice zapoměla zaznačit fixem v kabině poznávací polohu, a tak mezitím ještě bere fix, odebírá se ke kabině, zaznačí čárku a po přechodu zpět fix vrací na své místo.

Poté už konečně odchází s konstrukcí ke kabině s vynaložením tří kroků. Zde si kleká jedním kolenem na stupínek kabiny a usazuje loketní opěrku přes řadičskou desku. Tato část končí zvednutím se ze stupínku.

6.10 Přípravná montáž přístrojové desky (1)

Devátým krokem v pořadí dle interního označování úkonů operací je příprava přístrojové desky.

Ani zde se nevyhneme poměrně časnému chození po pracovišti, a tak je nutné vynaložit devět kroků opět k sekvenčnímu vozíku, odkud je potřeba vzít přístrojovou desku a displej, který je uložen v krabici a vrátit se s nimi k pracovnímu místu číslo tři. Zde jsou obě části přístrojové desky odloženy.

Pro další montáž je potřeba dojít pro těsnicí profil, který se nachází 6 kroků od pracovního místa tři v KLT krabici, do které je potřeba se ohnout. Tento profil se přinese zpět a vtačí se na hranu přístrojové desky (obrázek 6-25).



Obrázek 6-25 Těsnicí profil na přístrojové desce

Poté se vyberou z boxu dvě matice a umístí se na svá místa v přístrojové desce. Deska se otočí pro další montáž.

Pracovnice vybalí displej. Jelikož nemá potřebné nůžky, použije na odstranění izolepy z krabice kleště, kterými ji přeřízne a odstraní víko. Displej se nachází opět v ochranném pěnovém obalu, který je pracovníci odstraněn a čtyřmi kroky tam a čtyřmi zpět vyhozen do koše.

Následuje uchopení displeje a umístění do pozice do přístrojové desky (obrázek 6-26). Ten je několikrát zatlačen hrubou silou.



Obrázek 6-26 Umístění displeje do přístrojové desky

S krabicí, ve které byl displej uložen, odchází operátorka 17 kroků ke koši na papír. Tam nadzdvihne víko koše, krabicí vyhodí a 19 kroků absolvuje zpět k pracovišti. Nejen na tomto příkladu je vidět, že je vždy možné zvolit různě dlouhou trasu. Ačkoliv se dva kroky nemusí zdát jako značný rozdíl, rovnají se dva kroky 30 TMU jednotkám, tedy jedné vteřině. Pokud pracovník takových cest vykonává během činnosti několik, může se tento ztrátový čas velmi nemile nasčítat do vysokých hodnot.

U pracovního místa je potřeba ještě do přístrojové desky zatlačit vhodné spínače – tři klopné spínače, jeden klíčový spínač s maticovým kroužkem, který je utažen pomocí kleští na vnější kroužky seger a jako poslední je vložen do tohoto spínače klíček (obrázek 6-27).



Obrázek 6-27 Klopné spínače a jeden klíčový + klíč

Dalších 9 kroků k sekvenčnímu vozíku, sebrání krytu a cestou jeho rozbalování a vyhození obalu do koše je téměř závěrem této podkapitoly.

Kryt je u pracoviště vsazen do přístrojové desky (čtvercové místo pro kryt je dobře vidět i na obrázku 6-26 uprostřed) a deska je prozatím odložena na stůl.

6.11 Montáž volitelného plechu standard

Ne mimořádně začíná i tato část operace dlouhým přesunem po pracovišti, a to přesně 8 kroky k sekvenčnímu vozíku pro volitelný plech standard. Cestou zpět (deseti kroky) k pracovnímu místu je pomalu rozbalován z bublinkové fólie a na místě je pak zcela vybalen. Bublincová fólie je následně několika dalšími kroky odnesena do koše a při cestě zpět je plech sebrán ze stolu a pracovnice s ním pokračuje k pracovnímu místu 4. Zde jej odkládá. Odchází pro svorkovou lištu, která je uložena v kanbanovém boxu. Svorkovou lištu pak zpět u pracovního místa pokládá na plech (obrázek 6-28).

Úkony od odnášení fólie do koše až po přinesení svorkové lišty čítají celých dalších 20 kroků.

Svorková lišta je na pozici připevněna dvěma šrouby s plochou hlavou M6x16. Dle plánu se šrouby utahovat nemají, ale pracovnice je stejně utáhne již na tomto místě.



Obrázek 6-28 Svorková lišta na volitelném plechu standard

Takto připravený plech je přenesen ke kabině, jejíž pozice zatím stále náleží pracovnímu místu 3. Zde je lišta vsazena na rám kabiny. Správně by se teď šrouby měly teprve utáhnout, ale zřejmě je operátorka již zběhlá ve své činnosti natolik aby věděla, jak moc si je mohla dovolit utáhnout již na pracovní desce.

Zakončení této části čítá čtyři kroky k pracovnímu místu 3.

6.12 Přípravná montáž přístrojové desky (2)

Po umístění plechu je konečně možné umístit přístrojovou desku do kabiny.

Pracovnice odnese třemi kroky desku ke kabině. Klekne si na podstavec a lehce umístí desku nad sloupek řízení. Poté urovná kabely a protáhne je tak, aby je mohla v další části zapojit zvenčí. Operátorka opustí stupínek kabiny.

6.13 Připojení a upevnění přístrojové desky

Po instalaci plechu a vyvedení kabelů od přístrojové desky přes rám může operátorka zvenčí začít zapojovat kabely přístrojové desky. To započne obejitím kabiny devíti kroky.

Následně vytáhne zbylou kabeláž ven a začne propojovat konektory:

- Konektor -S1:24, -S1:14 a -S1:13 připojí na klíčový spínač,
- konektor -8A12-X1 na indikační jednotku,
- konektor -5S20-X1 na spínač pracovního světlometu,
- konektor -7S24-X1 na tlačítko přestavení sedadla.

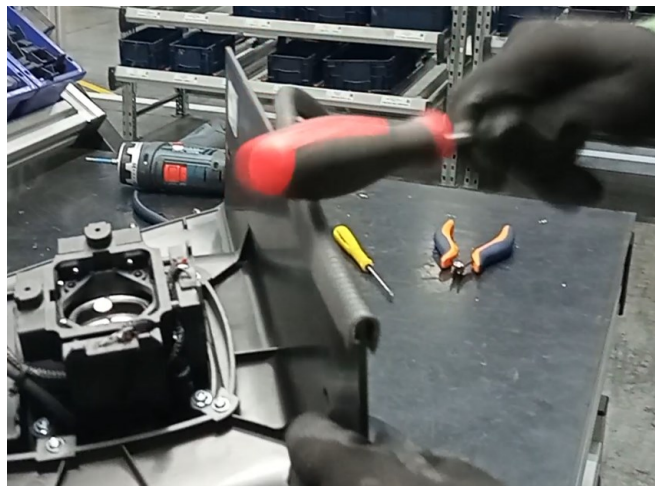
Dále se pracovnice čtyřmi kroky přesouvá k pracovnímu stolu, cestou bere kleště a odebírá ze svazku vázací pásek, se kterým se vrací ke kabině. Zde pomocí pásku zajistí kabel do vhodné polohy a po jeho umístění zbytek odstříhne. S tímto odpadem se odebere ke koši, kde jej vyhodí a vrátí se zpět, což zabere celkem 8 kroků. Pro lepší manipulaci s přístrojovou deskou si operátorka klekne na podstavec kabiny a desku usadí do vhodné polohy. Aby držela správně ve všech polohách, kabinu ještě obejde a desku zvenčí vtlačí do kabiny.

Posléze se 7 kroky odebere k pracovnímu místu 4, kde vybere dva šrouby s plochou hlavou M6x20. Cestou zpět ke kabině vezme z pracovního stolu 3 akumulátorový šroubovák. Tím v kabině utáhne jednak přístrojovou desku, jednak dotáhne šrouby na volitelném plechu standard. Akumulátorový šroubovák odloží zpět na stůl.

6.14 Přípravná montáž ovládacího panelu

Pro ovládací konzolu, těsnící profil a spínač si operátorka musí opět dojít k sekvenčnímu vozíku, a to konkrétně devíti kroky. S těmito třemi komponentami se pak vrací k třetímu pracovnímu místu, kde je odkládá. Jelikož je však konzola zabalená, nastává další vybalování z obalu. Tentokrát se nejedná o ochranný obal typu bublinkové fólie, pouze igelitový pytel. Jeho sundání je kódováno 58 kroky a celkově činí 358 TMU jednotek, tedy téměř 13 vteřin! Nakonec se obal vyhodí do koše vzdáleného 4 kroky.

Posléze je nutné namontovat těsnící profil (obrázek 6-29). Jelikož zřejmě operátorka nemá vhodné nářadí, použije pro usazení držák šroubováku. Tím několikrát profil zaklepne na své místo poměrně velkou silou. Provedení tohoto úkonu se zřejmě předpokládá zcela bez nástrojů, neboť v postupech žádný nástroj v této části operace zrovna není. Zatlačovat však těsnící profil dlaní by zabralo pravděpodobně však mnohem více času, ale především by to pro operátory bylo velice diskomfortní.



Obrázek 6-29 Umístění těsnícího profilu na ovládací panel

Po umístění profilu je nutné panel otočit o 180° a je připraven vázací pásek pod panel pro budoucí montáž.

Spínač, který byl přinesen společně s profilem a panelem je umístěn do druhé volné pozice v ovládacím panelu. Další tři pozice jsou zaplněny spínači, které pracovnice najde v boxu po své levé ruce. Jejich zacvaknutí vyžaduje opět vyšší tlak dlaní, a proto do nich operátorka několikrát silně uhodí dlaní.

Další činnost vyžaduje sundání rukavic. Pracovnice se natahuje do boxů před sebou, kde se nachází samolepky s upozorňujícími řídicími symboly. Po sundání krycího papírku jsou umístěny dle obrázku 6-30.



Obrázek 6-30 Řídící symboly

Zde jsou vidět tři ze čtyř klopných spínačů, jejichž umístění bylo předmětem začátku této podkapitoly. Čtvrtý je schován pod levou rukou operátorky.

V této chvíli je možné si opět nasadit rukavice a vydat se s ovládacím panelem ke kabině.

V místě, kde se bude panel usazovat, je nutné urovnat kabely, které se k němu budou připojovat, přičemž je panel prozatím odložen vedle na loketní opěrku.

6.15 Připojení a vložení ovládací konzoly

Posléze se přesune vzhůru nohama na pozici, přičemž je k němu protažen kabel. Připraveným vázacím páskem, který tvoří nedotažené očko, se kabel protáhne. Poté se třemi konektory zapojí do ovládací konzoly. Vázací pásek je utažen, aby kabel držel na místě.

Po chycení druhého kabelu jsou zapojeny další tři konektory. Řídící kabelový svazek se tedy celkem zapojuje takto:

- Konektor-S2:1 a -S2:2 na spínač nouzového vypnutí,
- konektor -2S92-X1 na tlačítko měření hmotnosti,
- konektor-2S12-X1 na tlačítko střední příčný posuv/naklání,
- konektor -S3-X1 na tlačítko potvrzení,
- konektor -2A20-X1 na joystick (obrázek 6-31).



Obrázek 6-31 Zapojení konektorů do ovládacího panelu

Poté je panel otočen do správné pozice a konečně umístěn na své místo v kabině. Opuštěním kabiny se dostáváme k několika posledním krokům v postupu.

6.16 Montáž panoramatického zrcátka

Operátorka směřuje jedenácti kroky kolem druhého pracoviště pro panoramatické zrcátko. To je umístěné v KLT boxu v nejnižším patře regálu. Musí se pro něj tedy ohnout, přičemž se jí plete v cestě robotický podavač. Ten však nechá být a ohne se pod něj. Poté se vrátí se zrcátkem až ke čtvrtému pracovnímu místu. Cestou zrcátko vybalí z ochranného obalu. Cesta k tomuto místu zahrnuje celkem 17 kroků.

Z boxů po pravé ruce je vybrána spona, držák, šroub M8x25 a pouzdro.

Pouzdro, šroub a spona jsou namontovány na sebe. Takto se vloží do otvoru v zrcátku, kde se několikrát šroub zašroubuje. Pro rychlejší montáž je připraven šroubovák s vnitřním šestihranem s příčnou rukojetí. Po přitáhnutí šroubu je vložen do pouzdra ve sponě držák a s tím je šroub dotažen pomocí zmíněného šroubováku.

Neboť se operátorka plete křídlo tabule, musí při sahání pro 2 matky M8 a 2 šrouby M8x25 toto křídlo několikrát odsunout stranou. Šrouby jsou vloženy do držáku, který bude přimontován na kabinu. Lehce jsou na ně prozatím našroubovány i matky.



Obrázek 6-32 Zrcátko s držákem i šrouby

Takto je zrcátko (obrázek 6-32) připravené pro umístění v kabině.

Se šroubovákem a ráčnou v ruce vyráží pracovnice devíti kroky na podstavec kabiny. Zde si jej odkládá a opět sundává připravené matky. Zrcátko umísťuje na střechu kabiny tak, aby obsluhující osoba viděla při práci mj. za sebe. Opět přišroubuje matky a dotáhne je pomocí ráčny a šroubováku: šroubovákem drží šroub zespodu, ráčnou utahuje matku z vrchu.

Ergonomicky je tato práce velmi náročná, neboť se na zmiňované místo operátorka sotva dostane, aniž by musela stát na špičkách.

Po tomto úkonu se vrací deseti kroky k pracovnímu místu číslo 4, kde odkládá nástroje. Posléze se vrací pro kabinu, aby ji odvezla blíže k tomuto pracovnímu stolu.

6.17 Montáž volantu

Montáž volantu a distančních plechů se poměrně prolíná. Nicméně z důvodu výstupů pro firmu to budou oddělené kapitoly

Dvanácti kroky odchází od pracovního stolu 4 pracovnice pro dva distanční plechy a volant. Jsou to poslední tři komponenty, které na sekvenčním vozíku najdeme a také poslední, které se budou na tomto pracovišti montovat.

Cestou zpět kolem kabiny pracovnice umístí volant na místo řidiče a oba distanční plechy odloží dolů na stupínek kabiny. Pak pokračuje ke stolu pro podložku 8-100 a šroub M8x20. Šroub s podložkou spojí. Poté sahá pro upínací podložku 8-FST, kterou také na šroub umístí. Z dalšího boxu vyjímá ještě 4 šrouby s plochou hlavou M8x10, které budou použity pro montáž distančních plechů.

S těmito komponentami a s akumulátorovým šroubovákem, který cestou vyjme z nádoby, odchází ke kabině. Na pracovní stůl 3, který je na dosah ruky, odkládá šrouby M8x10 a vrací se montovat volant.

Do středu volantu umístí šroub, který akumulátorovým šroubovákem upevní (obrázek 6-33).



Obrázek 6-33 Montáž volantu

Ten posléze odnáší zpět na své místo k pracovnímu místu 4.

6.18 Montáž distančních plechů na rám

Pro finální montáž distančních plechů se musí operátorka vrátit až k pracovnímu místu 2, kde visí potřebný šroubovák. To zahrnuje 15 kroků k místu 2, 10 kroků k místu 3, sebrání dvou šroubů M8x10 a 3 kroky ke kabině namontovat plechy.

Na podstavec kabiny pracovnice odkládá šroubovák a sbírá jeden z distančních plechů. Ten umístí z vnitřní strany na rám. Uchytí jej šrouby a lehce prsty zašroubuje. Poté je utáhne šroubovákem (obrázek 6-34).

Ze stolu 3 vezme zbylé dva šrouby a provede s druhým distančním plechem tutéž operaci, jen na druhém konci podstavce.



Obrázek 6-34 Montáž distančních plechů

Po třech krocích je šroubovák odložen na pracovní desku stolu 3.

6.19 Závěrečné operace

Před odvezením na výstup se upraví kabeláž v kabině. Aby tedy nevisela překážejíc dolů (obrázek 6-35), přehodí se přes volant.



Obrázek 6-35 Kabeláž v kabině

Také kabely od řadící desky jsou přehozeny přes rám kabiny (obrázek 6-36).



Obrázek 6-36 Upravená kabeláž v kabině

Celá montáž končí odvezením kabiny mimo pracoviště 59 kroky.

6.20 Výstup z analýzy MTM

V této podkapitole již nebude další z kroků operace. Jedná se o závěrečnou podkapitolu této části.

V tabulkách 6-3 až 6-5 lze nahlédnout do kompletní specifikace jednotlivých kroků operace s celkovým výstupem v TMU jednotkách. Kódy jsou převzaty z interních, aby měl podnik možnost přiřadit jednotlivé kroky ke svým.

č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Montáž majáku	CFGFB0119AH5			7522,9
	Protažení kabelu průchodkou				
	Uchopení majáku, pásků a vrtačky				
	Stáhnutí kabelu k držáku vázacím páskem				
	Odcvaknutí zbytku pásky				
	Připevnění kabelu k střednímu majáku				
	3x šroubování majáku k držáku (ráčnou)				
	Dotážení vrtačkou				
	Posazení majáku na střechu				
	Vložení záslepky do díry na střeše				
	Přišroubování dvěma šrouby s matkami maják na střechu				
	Umístění krytek na šrouby u majáku				
	Umístění plastové průchodky				
	Protažení kabelu				
	Přitažení kabelu k majáku				
	Odstřížení zbytku				
	Přesunout kabinu na druhé místo				
2	Montáž řadicí desky, sloupku řízení	1971F5190M218602-7			11296,4
	Vybrat řadicí desku a uchopit zařízením				
	Usadit desku do kabiny				
	Vrátit podavač do parkovací polohy				
	Řadicí desku namontovat na rám:				
	4 šrouby, 4 matice, 4 upínací podložky				
	Odstavit sekvenční vozík				
	Namontovat klecové matice				
	Namontovat sloupek řízení				
	Přinést sloupek ze sekvenčního vozíku				
	Demontovat páku, svěrku a pouzdro				
	Na sloupek namontovat senzor čtyřmi šrouby a podložkami				
	Odstranit pojistný kroužek ze spodního šroubu a šroub demontovat				
	Umístit sloupek v ochranné stříšce řidiče				
	Nasadit do sloupku řízení a ochranné stříšky tažnou pružinu				
	Sloupek upevnit demontovanými šrouby a pojistným kroužkem				
	Nasadit do sloupku řízení pouzdro a svěrku, vyrovnat desku a páku znovu našroubovat				
2	Roztřídit hlavní kabelový svazek	1971f5190c0316.5			636,6
	Nafíznot kabelovou příchytku transportní pojistky a odstranit				
	Rozmotat hlavní kabelový svazek a položit na levou a pravou stranu vozidla.				
	Zkontrolovat konektor S1:24 (zámek vypínače) a následně upevnit				

Tabulka 6-3 Výstup z analýzy 1 listy

2	Připojit hlavní kabelový svazek na sloupek řízení	1971F5190C0317.5		3826,3
	Rozmotat odbočky.			
	Položit kabel pro senzor řízení ke sloupku řízení a připojit konektor (-3B1-X1).			
	Kabel upevnit třemi (dala dvě) kabelovými páskami na čep (mezi sloupkem řízení a řadicí deskou).			
	Úprava kabelů pomocí vázacích pásek, odstřížení			
2	Štítky	1971F5190M218602-3 a 1971F5190C0308.5		14560,4
	Magnetický štítek (šablonu) do prostoru řidiče			
	4 magnetické štítky umístit na boční stěny			
	Očistit místa pro lepení			
	Místa pro nalepení označení typu, výstražných štítků a štítků na háky očistit a odmastit hadrem a čisticím přípravkem			
	Vyrovnat dle magnetických štítků a nalepit (2x)			
	Nalepit štítky 3x nahoře na ochrannou stříšku řidiče			
	Nálepky pomocí plstěné stěrky uhladit a strhnout fólii (2x)			
2	Otvory ve stěně baterie uzavřít třemi zátkami.	1971F5190M218602-4		
2	Polepit boční stěny barevnou fólií	1971F5190C0301.5		
	Barevnou fólií a rám postříkat mýdlovou vodou			
	Barevnou fólií pomocí plstěné stěrky nalepit bez bublin na boční stěny			
2	Namontovat podhlavník	1971F5190C0307.5		2115,6
	Vzít z vozíku podhlavník			
	Odstranit 4 ochranné nálepky			
	Do ochranné stříšky řidiče vlepit podhlavník.			
	Nalepení štítku Označení typu vozidla (v závislosti na sekvenci)			
	Přesunout kabinu na třetí místo			
3	Montáž distančního plechu	1971F5190M218603-1		2114,3
	Příprava			
	Distanční plech namontovat na rám dvěma šrouby			
3	Namontovat obložení sloupku řízení	1971F5190C0318.5		2333,8
	Sloupek řízení namazat pomocí štětce tukem, vyrovnat a pohybem sem a tam tuk rozptýlit			
	Posunout dopředu snímač řízení.			
	Namontovat obložení pro sloupek řízení vlevo a vpravo vždy dvěma šrouby s válcovou hlavou M5x8 na snímač řízení.			
	Přivrtat			
	Snímač řízení posunout zpět a vyrovnat			
3	Namontovat loketní opěrku	1971F5190C0319.5		2042,7
	Namontovat loketní opěrku dvěma čepy závěsu na kryt loketní opěrky			
	Umístit kryt ve vozidle přes řadicí desku			
3	Přípravná montáž přístrojové desky	1971F5190C0322.5 a 1971F5190M218603-6		5281,4
	Vybalit desku			
	Vtlačit těsnicí profil na hranu pod přístrojovou deskou			
	Do přístrojové desky zatlačit dvě matice			
	Vybalit displej, vyhodit odpad a umístit do přístrojové desky			
	Umístit 3x Klopný spínač			
	Umístit 1x Klíčový spínač + maticový kroužek, utažení seger kleštěma			
	Zastrčit klíč			
	Vybalit a zasunout kryt do přístrojové desky			
4	Montáž volitelného plechu standard	CFGFB0041AH5		1884,0
	Svorkovou lištu nasadit dvěma šrouby s plochou hlavou M6x16 na volitelný plech			
3	Přípravná montáž přístrojové desky	1971F5190C0322.5		
	Přinést a zasunout kryt do přístrojové desky			
	Protáhnout kabel ven			
3	Připojení a upevnění přístrojové desky	CFGFB0196BH5		3334,0
	konektor -S1:24, -S1:14 a -S1:13 na klíčový spínač			
	konektor -8A12-X1 na indikační jednotku			
	konektor -5S20-X1 na spínač pracovního světlometu			

Tabulka 6-4 Výstup z analýzy 2

	konektor -7S24-X1 na tlačítko přestavení sedadla			
	Štažení kabelů páskem a odstřížení kleštěmi			
	Docvaknutí přístrojové desky			
	Švorkovou lištu utáhnout vrtačkou			
	Přístrojovou desku upevnit uvnitř na vozidlo dvěma šrouby			
3	Přípravná montáž ovládacího panelu	1971F5190C0321.5		3284,6
	Vybalit ovládací konzolu			
	Opatřit konzolu těsnícím profilem			
	Opatřit konzolu stahovacím páskem			
	Opatřit konzolu 4 klopnými spínači			
	Nalepit na ovládací panel řídicí symboly (2)			
	Odnesení konzoly ke kabině			
3	Připojení a vložení ovládací konzoly	CFGFB01998H5		2012,0
	Do vozidla umístit ovládací panel a řídicí kabelový svazek připojit takto:			
	konektor-S2:1 a -S2:2 na spínač nouzového vypnutí			
	konektor -2S92-X1 na tlačítko měření hmotnosti			
	konektor-2S12-X1 na tlačítko střední příčný posuv/naklání			
	konektor -S3-X1 na tlačítko potvrzení			
	konektor -2A20-X1 na joystick			
	Ovládací panel umístit na řídicí desku a vyrovnat			
4	Montáž panoramatického zrcátka	CFGFB0046AH5		3900,7
	Panoramatické zrcátko přinést z KLT			
	Na panoramatické zrcátko nasadit sponu jedním šroubem s plochou hlavou M8x25			
	Mezi zrcátko a sponu umístit pouzdro			
	Sponu posunout na držák a utáhnout šroub s plochou hlavou			
	Zrcátko a držák namontovat na ochrannou stříšku řidiče dvěma šrouby s plochou hlavou M8x25 a dvěma šestihrannými maticemi M8			
	Přesunout na poslední místo			
4	Montáž volantu	CFGFB0118DH5		3597,1
	Přinesení volantu a distančního plechu			
	Volant namontovat na sloupek řízení šroubem se šestihrannou hlavou M8x20, podložkou 8-100 a upínací podložkou 8-FST			
4	Distanční plechy (2) namontovat na rám dvěma šrouby s plochou hlavou M8x10.	CFGFB0334AH5		2621,9
4	Ukončení			741,5
4	Taktování ochranné stříšky řidiče	(BFGFB0027AH5)		1115,2
	Odvoz kabiny na výstup			
				74221,3
				44,53
				3,1
				47,65

Základní čas v TMU min sec

Podnikové specifické přírůžky

Např.: Rozvržené časy t_v min sec $z_v = 7\%$

Čas na jednotku t_v min sec když e = 1

Prováděcí čas t_v min sec když m =

Čas seřízení (přípravy) t_v min sec

Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení) T v min sec

Tabulka 6-5 Výstup z analýzy 3

Výstupem analýzy je čas práce 74221,3 TMU jednotek. Při přepočtu se jedná o 44,53 minuty s tím, že se dle KION metodiky přidává 7 % času navíc. Proto je konečným výstupem analýzy čas 47,65 minut.

7 Porovnání skutečného času, MTM analýzy a KION analýzy

Tato kapitola se věnuje porovnání realizovaných náměrů, časů převzatých z KION analýzy a MTM analýzy, která je podstatou této studie.

Samotná MTM analýza, která byla provedena, je součástí samostatného excelu. Jedná se o kódy, které svou délkou dosahují přibližné hodnoty 5150 řádků, přičemž se často stává, že na jednom řádku je kódů i více. V případě 50 řádků excelu, které se vejdu na jednu stranu A4 ve vhodné kvalitě, dostali bychom se tím na více než 100 stran přílohy. A to nemluvíme o záhlaví a dalších náležitostech.

V tabulce 7-1 je vidět pro představu řádek „Přítáhnutí opěrky“, který obsahuje více kódů najednou.

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
			R40B	15,6			Čtení obrazovky
			G5	0			
			RL2	0			
				111	PT		
			R20B	10			
			G5	0			
			RL2	0			
			R30B	12,8			
				18,6	TB-C1		
				120	W8P	8	8 kroků ke kabině
				6,3	R10B		Sáhnutí pro kryt loketní
				2	G1A		
	Sáhnutí pro loketní		R30B	12,8			
			G1A	2			
	Přítáhnutí		SC4	2,8			
			M14B4	9,1			
			RL1	2			
			R12B	7,4			
			G1A	2			
	Přítáhnutí		SC4	2,8			
			M10B4	7,3			
			RL1	2			
			R14B	13,9	M14B RL1 R4B		Přítáhnutí opěrky

Tabulka 7-1 Ukázka kódování

Tabulka 7-2 obsahuje přesné časy vycházející z porovnání.

Název	Čas skutečný [min]	Čas KION [min]	Čas MTM analýza [min]
Montáž majáku	5,72	3,12	4,51
Řadící deska, sloupek řízení	9,2	6,03	6,78
Roztřídit hlavní kabelový svazek	0,52	1,15	0,38
Připojit hlavní kabelový svazek na sloupek řízení	3,75	0,96	2,30
Štítky a fólie, montáž podhlavníku	9,2	4,71	8,74
	0,33	0,33	
	5	5,55	
Montáž podhlavníku	1,23	1,01	1,27
Montáž distančního plechu	1,4	0,63	1,27
Namontovat obložení sloupku řízení	1,29	1,61	1,40
Namontovat loketní opěrku	1,13	1	1,23
Přípravná montáž přístrojové desky	3,48	2,78	3,17
Montáž volitelného plechu standard	2,12	1,19	1,13
Připojení a upevnění přístrojové desky	2,42	2,24	2,00
Přípravná montáž ovládacího panelu	2,02	1,58	1,97
Připojení a vložení ovládací konzoly	1,63	1,27	1,21
Montáž panoramatického zrcátka	2,65	2,05	2,34
Montáž volantu	0,9	0,36	2,16
Montáž distančních plechů	1,8	0,69	1,57
Závěrečné operace	0,5		0,44
	0,8	0,84	0,67
Celkem bez přídavek [min]		39,10	44,53
Celkem s přídávkem 7 % [min]	57,09	41,84	47,65

Tabulka 7-2 Porovnání časů

Ze součtu časů je možné vidět značné rozdíly oproti času, který byl naměřen reálně. Je to také proto, že se v náměru vyskytují situace, kdy se člověk pořizující video snaží operátorku rozptýlit hovorem, aby nebyla nervózní a snažila se svou práci dělat přirozeně, takže se operátorka občas zastaví a něco říká. Vzhledem k tomu, že se jedná o charakter měření, kdy je potřeba identifikovat všechny pohyby a není tedy vypovídající rychlost, můžeme tuto odchylku zanedbat.

Jedná se však ale také o situace, kdy operátorka zbytečně dělá spousty kroků, neboť přeskakuje činnosti mimo plán. To je však zahrnuto i v MTM analýze, narozdíl od prostojů a neefektivních pohybů, které se zde bohužel také vyskytují, a to poměrně v hojně míře.

Dále se jedná o případy, kdy operátorka čte z monitoru instrukce a potvrzuje vykonané kroky. Pro tuto činnost nelze MTM metodiku využít. Existuje zde sice kód pro zrakovou funkci, ale spíše pro jednoduchou rychlou kontrolu očima, než čtení a prohlížení textu.

V neposlední řadě je důvodem velké odchylky také to, že operátorka má malou denní normu (většinou 2 kabiny), proto nemusí nikam pospíchat a její pohyby a práce jsou pomalejší.

Reálný čas naměřený z videa je v řádku „Celkem s přídavkem 7% [min]“ z důvodu, že jsou v časovém náměru i pohyby, které jsou navíc – různé úpravy nad rámec, které by běžně už prováděny nebyly.

8 Návrh řešení

Z kapitoly analýza současného stavu lze vyčíst několik situací, které nejsou zcela vhodné v podniku zvládnuty. Je jasné, že pracovnice se zbytečně dost nachodí a často je možné tuto chůzi o několik kroků zkrátit. Další takové návrhy budou teď uvedeny v samostatných blocích.

8.1 Opasek na nářadí

Asi nejčastějším důvodem kroků, které pracovnice zbytečně vynakládá, je neustálé chození si pro nářadí zpět k pracovnímu místu. Často operátorka vezme montovanou komponentu, odnese ji ke kabině a pak se vrací pro šrouby a podobně. To je naprosto zbytečná ztráta, kterou je potřeba eliminovat.

Šroubovák, vázací pásy a kleště jsou asi nejčastěji nošené věci. Šroubovák si pracovnice sice obvykle odkládá do kapsy, to však není úplně šťastné řešení. Také akumulátorový šroubovák je několikrát takto nošen.

Mimo tyto situace jde pak například o montáž sloupku řízení. Ten je rozebrán na pracovním stole, kde jsou ponechány demontovatelné šrouby. Sloupek je pak odnesen na kabinu a pracovnice se postupně vrací pro demontovatelné šrouby, odložené na stole. Ty by opět mohla vzít současně se sloupkem. Do kapsy jsou však až příliš velké. Také při lepení nálepek dochází k tomu, že operátorka nalepí nálepku, sundá krycí papírek a jde ho vyhodit. Pak se vrací nalepit další nálepku, sundá papírek, jde ho vyhodit. To se opakuje několikrát.

Z důvodů uvedených výše je vhodné navrhnout opasek na nářadí. Nemusí to být zbytečně velká kapsa, aby práci samotnou neztěžovala, nekomplikovala. Příklad takového opasku ilustruje obrázek 8-1.



Obrázek 8-1 Opasek na nářadí [37]

8.2 Vodící pruh pro vozík

Další důvody velkého množství kroků spatřuji v tom, že kabina je odstavována poměrně daleko od pracovních míst.

Obvykle pracovnice musí od místa ke kabině vykonat minimálně 4 kroky. V případě, kdy potřebuje pracovat z druhé strany kabiny, může se jednat klidně až o 9 kroků. Pokud je jeden krok normován na 15 TMU jednotek, jedná se až o 5 vteřin času, který toto obcházení může zabrat. Pokud vezmeme v úvahu, že pracovnice se několikrát i vrací pro nářadí, může to být

při jednom úkonu až 27 kroků (s montovaným prvkem ke kabině, zpět pro náradí a s náradím opět ke kabině). Proto by bylo dobré, aby vozík byl umístován vždy na co nejvhodnější místo. Každý krok se počítá.

Obdobně při odvážení kabiny na výstup. Když pracovnice ochrannou stříšku přesouvá v tomto místě, hodně se s ní otáčí, chvíli ji táhne, chvíli ji tlačí. Jedná se o část cesty na pracovišti a o část mimo pracoviště. I zde by vhodný návrh mohl uspořit poměrně hodně času.

Jednoduchým řešením, které by mohlo jednak ulehčit práci, jednak snížit časové ztráty, by mohl být vodící pruh (obrázek 8-2). Vizualně by pracovník věděl, kudy přesně vozík táhnout (tlačit) a jaké místo je nevhodnější pro jeho zastavení, aby ztráty v podobě kroků byly co nejnižší. Nemuselo by se ani jednat o pruh, vymezující dopravní uličku, stačila by jedna vodící čára. Na vozíku by pak uprostřed mohla být například jen křídově vyznačená čára, která by vizualně musela s pruhem korespondovat nebo přidělán hrot (zde je otázkou, nakolik by přidělování hrotu na kabinu bylo komplikované pro předchozí montážní pracoviště).



Obrázek 8-2 Vodící pruh [42]

8.3 Včasná kontrola odlitku kabiny před lepením fólie

Jak bylo zmíněno v textu, konkrétně v podkapitole 6.5 Štítky a fólie, velkou prodlevu v pracovní činnosti zabralo oškrabávání nerovností na odlitku kabiny.

Konkrétně se jednalo o situaci, kdy pracovnice vzala oranžovou fólii a začala ji lepit na kabinu. Dokonce ji houbičkou s tekutinou začala uhlazovat, když v té chvíli si všimla, že fólie je na některých místech hrubá. Zřejmě by se mohla porušit. Proto fólii opět odlepila a začala pečlivě zkoumat prsty povrch odlitku. Poté nechala fólii na půl viset na kabině (nalepenou jen na hladké části), odešla pro smirkový papír a vrátila se tato místa oškrabat.

Pokud vezmeme v úvahu čas, který čítá:

- lepení části fólie,
- její znovu odlepení,
- opravení nerovností smirkovým papírem,
- odložení smirkového papíru,
- návrat ke kabině,

čítá toto zdržení 1 minutu a 5 vteřin. To dělá 2,4 % zcela zbytečné časové ztráty.

Bylo by proto dobré, aby podnik zvážil jednu z těchto situací:

- a) Pracovnice nejdříve prohlédne odlitek, jestli tam tyto nerovnosti nejsou, než začne fólii lepit. Časová ztráta se tak sníží o zbytečné prvotní lepení a odlepení fólie z místa hrubosti a odcházení pro smirkový papír.
- b) Na výstupu z pracoviště, které odlitek vyrábí, proběhne kontrola, zda se tyto nerovnosti nevyskytují.

8.4 Umístění panoramatického zrcátka k příslušnému pracovnímu místu

Pro montáž panoramatického zrcátka se pracovnice rozhodla ve chvíli, kdy byla ochranná stříška řidiče přistavena u pracovního místa 3. Od tohoto místa operátorka šla pro zrcátko, které je umístěné v KLT boxu u pracovního místa 2 a šla s ním na pracovní místo 4, kam patří jeho montáž. Na tomto místě jsou umístěny komponenty a spojovací prvky, které jsou pro zrcátko potřeba.

Otázkou zde není, proč nechala kabinu u místa 3, když pro montáž zrcátka má být připravena již na místě 4. Otázkou je především to, proč je panoramatické zrcátko umístěno v KLT boxu u místa 2.

Jelikož se i u místa 4 nachází KLT boxy, nevidím jediný rozumný důvod, proč to je takto nastavené. Proto věřím, že přesun těchto komponent na 4. pozici bude výhodný z hlediska úspory času. Ovšem jen tehdy, pokud podnik nepřistoupí na variantu, která je popsána v kapitole 8.5.

8.5 Montáž panoramatického zrcátka na plošinu

Při montáži zrcátka ke střeše kabiny se operátorka natahuje ergonomicky poměrně nevhodně rukama nad hlavu. Musí v této pozici, kdy téměř stojí na špičkách, namontovat dvěma šrouby držák ke stříšce. Ty poté utahuje ráčnou a přidržuje šroubovákem. Takto natažená je při montáži celých 44 vteřin.

Máme zde situaci, kdy je zrcátko uloženo v KLT boxu pracovního místa 2. Natahování na střechu kabiny je náročné a zbytečné. Jednoduchou organizační změnou by se dosáhlo značného zjednodušení. Současně by i umístění zrcátek v KLT mohlo zůstat stejné.

Jedná se o přemístění této operace ze 4. pracovního místa na plošinu – první pracovní místo.

Pracovnice by tak mohla začít s tím, že si připraví montovaný maják a rovnou s ním vezme z vedlejšího boxu i zrcátko. Obojí si odnese na plošinu, kde tyto komponenty namontuje. Jedinou fyzickou změnou by tak bylo přemístění šroubu, držáku a pouzdra, které jsou potřeba pro montáž zrcátka a příprava vhodného šroubováku s ráčnou na plošinu, potažmo k pracovnímu místu 2, kde probíhá příprava s majákem a odkud by tato činnost začínala.

Časově to žádný zvláštní přínosy mít nebude, ale ergonomicky to pracovníci velice usnadní práci.

8.6 Gumová palička

V kapitole 6.14 při přípravné montáži ovládacího panelu si můžeme všimnout i na obrázku 6-29, že pracovnice přiklepává těsnicí profil pomocí šroubováku. Toto řešení není zcela šťastné. Zřejmě nebylo myšleno na takové zatloukání, neboť ani v interní dokumentaci nejsou pro tuto činnost vhodné nástroje. Patrně podnik tak počítá pouze se silou dlaně. Bylo by tedy vhodné pořídit například gumovou paličku či podobné nářadí, kterým by se tento těsnicí profil snáze zatloukal. Příklad takové paličky můžeme vidět na obrázku 8-3.



Obrázek 8-3 Gumová palička [43]

8.7 Příprava pracoviště před začátkem práce

Na závěr obecné navrhovaná zlepšení.

Když se podíváme na celý pracovní postup z hlediska pozorovatele, shledáme zde několik situací, které zbytečně zdržují a mohly by před začátkem pracovní směny být již připraveny lépe:

- Pracovnice začíná s montáží majáku na místě číslo 2. Pro montáž a další následující činnosti potřebuje mnoho vázacích pásek. Ty však na pracovním místě chybí, proto musí dojít k jinému stolu, kde tyto pásky jsou, uchopit hrst a přinést si je pro následující činnosti blíž. To by mohlo být připravené před samotným zahájením práce.
- Ve chvíli, kdy je potřeba dojít pro maják, který se nachází v KLT boxu za robotickým podavačem, je nutné tento podavač odstrčit stranou. Jinak se pro maják operátorka nedostane. Podavač by mohl být na svém místě tak, aby nepřekážel.
- Při přesunu ochranné stříšky řidiče od plošiny k pracovnímu místu 2, dochází k situaci, kdy pracovníci překáží v dráze pohybu sekvenční vozík. Musí tedy přerušit svou chůzi s poměrně těžkou kabinou a sekvenční vozík odstranit z cesty. Pro takto nešikovně postavený sekvenční vozík není jediný důvod.
- Během montáže přístrojové desky je v popisu pracovní činnosti jako nástroj pouze akumulátorový šroubovák pro utažení šroubů. Operátorka si však nejdřív šrouby utahuje klasickým šroubovákem a teprve dotažení provádí akumulátorovým. Zde navrhuji lepší seznámení s postupem či jiné zamezení zbytečné ztráty času, ke které takto dochází.
- Při montáži sloupku řízení není potřebný šroubovák k dispozici. Sloupek řízení se montuje na pracovním místě 2. Šroubovák je z nějakého důvodu odložen na pracovním místě 3. Proto pro něj musí dojít před samotnou montáží. Pravděpodobně je příčinou nedodržení 5S při úklidu náradí zpět na své místo.
- Pro montáž sloupku řízení je popsán v postupu momentový klíč, který pracovnice nepoužívá. S jeho pomocí by utahování bylo rychlejší.
- Po vybalení displeje z krabice odchází operátorka přes celé pracoviště a ještě několik kroků mimo něj do odpadu na papír, kde krabici vyhodí. Buď by tedy měla mít koš na papírový odpad na pracovišti (má zde pouze na plasty) nebo by to měla vyhodit až třeba na konci, jelikož i papírky od samolepek odkládá do krabičky po své levé ruce.
- Operátorka prohodila operace. V momentě, kdy probíhala přípravná montáž přístrojové desky na místě 3, odešla během této operace pro volitelný plech standard.

Ten si odnesla na pracovní místo 4, kde jej sestavila a vrátila se ke kabině, jež byla přistavena u pracovního místa 3. Takto přeskočený krok má za následek zbytečné běhání tam a zpět.

- Obdobně montáž přístrojové desky má probíhat na pracovním místě 4. Má zde tedy již kabina být přistavena. To z nějakého důvodu pracovnice neudělá a stále přechází od pracovního místa 4 k pracovnímu místu 3.

9 Zhodnocení a přínosy návrhů

V současné době se denně vyrábí obvykle 2 až 3 kabiny. To znamená, že pokud montáž jedné trvá zhruba 47 minut, pracovník přidělený na toto pracoviště má spoustu volné kapacity, a tak zbytek směny jde pracovat na pracoviště jiné. Kdyby však podnik do budoucna rozšířil svou kapacitu natolik, aby se denně montovalo třeba 8 kabin, tyto návrhy by již bylo dobré brát v úvahu.

<i>Název položky</i>	<i>Pořizovací náklad</i>
Opasek na nářadí	329 Kč
Vodící pruh pro vozík	55 Kč / m + doprava a likvidace
Včasná kontrola odlitku kabiny	Technicko-organizační řešení
Umístění panoramatického zrcátka k příslušnému pracovnímu místu	Technicko-organizační řešení
Montáž panoramatického zrcátka na ploštině	Technicko-organizační řešení
Gumová palička	221 Kč
Příprava pracoviště před začátkem práce	Technicko-organizační řešení

Tabulka 9-1 Tabulka zhodnocení návrhů

Z tabulky 9-1 je patrné, že návrhy na řešení čili organizační opatření nejsou nákladově nijak náročné. Patrně nejnáročnější na finance by byl vodící pruh pro kabinu, který by pomáhal korigovat průjezd optimální trasou tak, aby se pracovník nenachodil víc, než musí. Dle layoutu podniku má pracoviště na délku, kudy se kabina tlačí, 20 400 mm. Dle poptávky u podniku J.A.Clean se jedná o následující kalkulaci vodícího pruhu:

- 1 běžný metr čáry plné o šíři 100 mm, materiál polyuretan, cena 55,-Kč. V závislosti na objemu zakázky může být případně zohledněna sleva.
- V rámci realizace zakázky je nutné dále počítat s:
 - poplatkem za odvoz a ekologickou likvidaci odpadu vzniklého při realizaci,
 - dopravným,
 - pokud by cena zakázky nedosáhla hodnoty 12.000,-/ den (pracovní dny) nebo 30.000,-/ den (o víkendu), je účtován tento minimální výjezd.

Tedy zohledníme-li pouze délku jednoho pruhu 20 400 mm (bez dalších – ale nutných – poplatků), jednalo by se o 1 122 Kč za tento úsek. V tomto případě by bylo nutné zvážit situaci, jestli podnik nepotřebuje obdobné značení obnovit či zavést v jiné části haly, jinak by poplatek za tento úkon byl velmi vysoký (12 000,-). Další věcí ke zvážení je i to, jestli by na pracovišti měl být pouze jeden pruh, který by sledoval určitý bod na vozíku nebo jestli by se jednalo o dva pruhy, ve kterých by vozík měl jet. Tím by se cena samozřejmě zvýšila.

Cena opasku vychází z odkazu na opasek, který byl použit v kapitole 8.1. Stejně tak gumová palička je oceněna dle ceny, která je v současnosti platná pro paličku na obrázku z kapitoly 8.6.

V případě kontroly odlitku, umístění panoramatického zrcátka k příslušnému pracovnímu místu, montáže panoramatického zrcátka na plošině a přípravy pracoviště před začátkem práce se jedná čistě o technicko-organizační řešení, které nelze v tuto chvíli nijak ocenit náklady.

V případě kontroly odlitku se jedná o časovou náročnost nějakých 15 vteřin. Tuto kontrolu může provést pracoviště předešlé respektive pracovnice montáže na konci předchozí pracovní operace respektive při přípravě montáže kabiny. Díky těmto 15 vteřinám se ušetří více než minuta zbytečné práce na jedné kabině. Pakliže by se to denně stalo třeba dvakrát (v případě expanze podniku), může se jednat třeba i o ztracenou hodinu práce měsíčně. Samozřejmě těžko kvalitně posoudit, jak často se toto může v podniku dít. Jedná se o přesah této studie, která nemá k dispozici dostatečná množství pozorování.

Pokud podnik bude trvat na tom, že panoramatické zrcátko bude montováno u pracovního místa 4, je potřeba toto zrcátko přesunout do KLT boxu blíže k tomuto místu. Tato činnost pracovníci ušetří přibližně 17 kroků, které absolvuje od kabiny, pro daleko umístěné zrcátko a k pracovnímu místu. 17 kroků dává dle MTM analýzy 255 TMU jednotek, při přepočtu se jedná o 9,18 vteřin. Lze tedy uvést, že při montáži 8 kabin denně, 160 kabin měsíčně, se může jednat o úsporu až 1469 vteřin, tedy 24,48 minuty za měsíc. Za tento čas pracovnice smontuje prakticky půlku další kabiny. Přesun zrcátka do jiného KLT boxu je pouze technicko-organizačním opatřením.

Varianta pro montáž zrcátka na plošině přinese především přínosy z hlediska ergonomie. Čtyřicetivteřinová montáž s rukama nad hlavou je obecně ergonomicky naprosto nevyhovující. Přínosy lze tedy především nalézt v pohodlnější práci a nižších zdravotních dopadech práce na zaměstnance a následně na nemoci z povolání a fluktuaci zaměstnanců. V tomto případě by zrcátko pravděpodobně zůstalo umístěné v tomtéž KLT boxu, ve kterém se nachází v současnosti, bylo by však možné jej vzít hned na začátku spolu s majákem (nachází se hned vedle sebe). Časově by tedy bylo možné taktéž hledat úsporu v množství kroků. Ostatní nářadí by bylo nutné přesunout blíže z pracovního místa 4, což by však žádný větší problém být neměl. Jedná se pouze o formální přesun pracovní činnosti, která je oficiálně přiřazená na pracovní místo 4.

V přípravě pracoviště před začátkem směny či na konci předchozí nacházíme potřebu pro typicky organizační změny. Dodržovat metodiku 5S by mělo být běžným postupem v těchto podnicích a zde tedy zřejmě byla v několika málo krocích zanedbána. Je tedy potřeba dávat pozor před začátkem směny především na následující body:

- Připravit včas nářadí na své místo, a to včetně vázacích pásků,
- urovnat robotický podavač po jeho použití,
- odvézt sekvenční vozík na své přesné místo,
- přistavit odpadkový koš blíže k pracovnímu místu,
- dbát na dodržování pracovního postupu,
- používat vhodné nástroje.

Ušetřené kroky by jistě vydaly za několik kusů smontovaných vozíků ročně navíc či přiřazení pracovníka na další pracoviště a jeho efektivnější využití. Opět se jedná o technicko-organizační změny bez dopadu na náklady na změny.

Závěr

Cíl studie, který byl zmíněn hned v úvodu, byl naplněn. Byla zanalyzována situace na pracovišti v podniku KION Stříbro. V práci byl popsán celkový sled činností při pracovní operaci „Montáž kabiny vysokozdvizného vozíku FM-X pro STILL“. Souběžně pro tyto činnosti existuje v aplikaci Excel soubor s veškerými kódy, které tuto analýzu provází. Jedná se o několik tisíc řádků. Tyto kódy jsou rozděleny na listy podle jednotlivých částí operace tak, aby bylo možné činnosti spárovat s metodikou podniku.

V dalším postupu pak byly časy zjištěné MTM analýzou porovnány s časy, které má KION převzaté z předchozí výroby a s časem reálným, který byl naměřen na pracovišti. Tyto tři časy se od sebe značně liší, a tak byly dále vysvětleny důvody pro tyto odlišnosti. V návaznosti na to pak studie navrhuje zlepšení, které pomůže odstranit neefektivitu pracovních činností během operace. Nejčastějším druhem plýtvání, který se zde vyskytuje, jsou kroky, tedy nadbytečné pohyby.

S ohledem na tato doporučení se podařilo od podniku získat informaci, že návrhy budou řešeny v co nejbližší době a aplikovány do výroby. Podnik si až doposud nebyl vědom takových velkých odchylek, které se ve výrobě vyskytují. V dalším postupu, který již přesahuje rámec této studie, by měl podnik prošetřit především možnost vodícího pruhu a kontrolu odlitku kabiny.

U vodícího pruhu je nutné posoudit, zda podnik potřebuje podobné značení i v jiných místech, a tedy zda se vyplatí pro tuto aplikaci kontaktovat dodavatele, který se touto oblastí zabývá. Další možnou cestou je vymyslet obdobnou pomůcku, která zajistí, že vozík bude tlačěn vždy nejkratší možnou cestou tak, aby se omezilo krokování mezi vozíkem a pracovním místem.

Otázku kontroly odlitku je pak nutné posoudit především z hlediska návaznosti operace montáže na operaci předchozí. Je potřeba, aby toto posoudil podnik, který má veškeré dostupné informace o průběhu a náplni všech operací. Tedy zda je vhodnější zajistit kontrolu dříve anebo zda je ideální kontrolovat vozík až během / na začátku montáže.

Problémem, kterému by podnik měl v dalších krocích věnovat pozornost, je také nízká denní norma pracoviště. Vědomí, že pracovník musí smontovat jen dvě kabiny a poté si jít hledat práci jinde, nutí takového operátora pracovat pomaleji. Toto smýšlení je pro obyčejného operátora přirozené. Nevidí žádný důvod se hnát za další prací. Je potřeba tyto pracovníky motivovat tak, aby mohli celou svou pracovní směnu pracovat efektivně tam, kde je jich potřeba. Nezpomalovat tedy zcela zbytečně svou činnost jen proto, že nevědí, co dělat dál.

Citovaná literatura

- [1] OANCA, Alexandra. *Studyportals Bachelors* [online]. Portsmouth: Studyportals B.V., 2021 [30.8.2021]. Dostupné z: <https://www.bachelorsportal.com/articles/636/what-is-industrial-engineering-and-why-should-i-study-it.html>
- [2] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*, Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0
- [3] ŠIMON, Michal. *Průmyslové inženýrství a management* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, n.d. [cit. 16.9.2021]. Dostupné z: <https://phix.zcu.cz/moodle/>
- [4] *Institut průmyslového managementu* [online]. Plzeň: Institut průmyslového managementu, spol. s r.o., © 2021 [cit. 17.9.2021]. Dostupné z: <http://www.ipm-plzen.cz/cz/racionalizace-prace.htm>
- [5] *Lean Enterprise Institute* [online]. Boston: Lean Enterprise Institute Inc., ©2020 - 2021 [cit. 30.8.2021]. Dostupné z: <https://www.lean.org/lexicon-terms/muda-mura-muri/>
- [6] *LEAN SIX SIGMA* [online]. Ústí nad Orlicí: European Lean Six Sigma community, © 2015-2021 [cit. 1.9.2021]. Dostupné z: <https://elssc.eu/dictionary/deadly-wastes>
- [7] *Pro-engineering* [online]. Most: PRO ENGINEERING, 2014 [cit. 1.9.2021]. Dostupné z: <https://pro-engineering.webnode.cz/kontakt/>
- [8] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vydání. Praha: České vysoké učení technické, 2015. 173 stran. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [9] *Pracovní normy* [online]. © 2017 [cit. 21.10.2021]. Dostupný z: https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/PracovnC3%AD_normy
- [10] Normování práce. *QM profi*. [online]. Praha: Verlag Dashöfer, 2009 [cit. 25.9.2021]. Dostupné z: https://www.qmprofi.cz/33/normovani-prace-uniqueidgOke4NvrWuOKaQDKuox_Z3HqErh4WI3Octwy6uUfFTY/
- [11] Normování časů. *ELUC* [online]. Olomouc: uRalidia, 2015 [cit. 12.10.2021]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1345>
- [12] KOPEČEK, Pavel. Modul 15 - Plánování a řízení výroby v digitálním podniku. Plzeň: Západočeská Univerzita, 2012. Dostupné také z: <https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/>
- [13] *TPV racionalizace* [online]. Plzeň: Miroslav Hošek, n.d. [cit. 20.9.2021]. Dostupné z: <https://www.tpvracionalizace.cz/normativy.html>
- [14] BUREŠ, Marek. Metodika REFA. Plzeň: Západočeská Univerzita, 2020 [cit. 24.9.2021]. Dostupné z: <https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/>
- [15] DLABAČ, Jaroslav. Analýza a měření práce. *API - Academy of Productivity and Innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, 2015 [cit. 10.10.2021]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>
- [16] BUREŠ, Marek. MOST. Plzeň: Západočeská Univerzita, 2020 [cit. 25.9.2021]. Dostupné z: <https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/>
- [17] MOST a jeho aplikace. *TechPortal.cz* [online]. 16.9.2009 [cit. 25.9.2021]. Praha: Verlag Dashöfer. Dostupné z: https://www.techportal.cz/33/most-a-jeho-aplikace-uniqueidgOke4NvrWuOKaQDKuox_Z0sJi4kAAvk8rsZzcKklGxc/

- [18] Analýza a měření práce: Systémy předem určených časů. *EduCom* [online]. Liberec: EduCom, 2011 [cit. 10.10.2021]. Dostupné z: http://educom.tul.cz/educom/inovace/VSY_II/2011_IV_26_VSY2_P%C5%99+Cv3%20Vavr u%C5%A1ka%20Syst%C3%A9my%20p%C5%99edem%20ur%C4%8Den%C3%BDch%20%C4%8Das%C5%AF%20Basic%20MOST_MZ_2.pdf
- [19] Normování. *Efektivní procesy* [online]. Blansko: Efektivní procesy, © 2017 [cit. 11.10.2021]. Dostupné z: <http://www.efektivniprocesy.cz/normovani.html>
- [20] KRIŠŤAK, Josef. MTM – Methods Time Measurement. *IPA* [online]. 25.2.2017 [cit. 1.10.2021]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/mtm-methods-time-measurement>
- [21] *IEA: International Ergonomics Association* [online]. Ženeva: Oxford, © 2021 [cit. 16.9.2021]. Dostupné z: <https://iea.cc/>
- [22] Příspěvatelé Encyklopedie BOZP. *Ergonomie* [online]. © 2018, [cit. 9.9.2021]. Dostupné z: <https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php?title=Ergonomie&oldid=22878>
- [23] *STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2015 [cit. 10.9.2021]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zakladni-pravni-predpisy-1?highlightwords=309%2f2006>
- [24] *ZákonyProLidi* [online]. Zlín: AION CS, © 2021 [cit. 2021-10-25]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>
- [25] ŠENK, Zdeněk. *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci: prakticky a přehledně podle normy OHSAS. 2.*, aktualiz. vyd. Olomouc: ANAG, 2012. 311 s. Práce, mzdy, pojištění. ISBN 978-80-7263-737-9
- [26] Příspěvatelé Encyklopedie BOZP. *Mezinárodní ergonomická asociace* [online]. © 2018, [cit. 10.9.2021]. Dostupné z: https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php?title=Mezin%C3%A1rodn%C3%AD_ergonomick%C3%A1_asociace&oldid=22895
- [27] *BezpečnostPráce.Info* [online]. Praha: Magazín BezpečnostPráce.info, 2019 [cit. 2021-10-25]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/ergonomie/historie-ergonomie/>
- [28] GUASTELLO, Stephen J. *Human factors engineering and ergonomics: a systems approach*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2006. ix, 302 s. ISBN 0-8058-5006-6.
- [29] *Wiki skripta* [online]. Praha: 1. Lékařská fakulta a Univerzita Karlova, © 2019 [cit. 15.9.2021]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Norm%C3%A1ln%C3%AD_rozd%C4%9Blen%C3%AD
- [30] *Wikipedie* [online]. San Francisco: Wikimedia Foundation Inc. 2021 [cit. 5.9.2021]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Gaussova_k%C5%99ivka.jpg
- [31] Příspěvatelé Encyklopedie BOZP. *Mezinárodní ergonomická asociace* [online]. © 2021, [cit. 10.9.2021]. Dostupné z: https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Pracovn%C3%AD_poloha
- [32] Akademie práce a zdraví ČR, o.p.s. *Ergonomie a uplatnění jejích nástrojů a metod na pracovišti*. Praha: Gabriel Števkó, 2004.
- [33] ČSN EN 547-1 +A1 (833502). *Bezpečnost strojních zařízení – Tělesné rozměry – Část 1: Zásady stanovení požadovaných rozměrů otvorů pro přístup celého těla ke strojnímu zařízení*. Praha: Český normalizační institut, 2009 [cit. 1.10.2021]. Třídící znak 833502.

- [34] BUREŠ, Marek. Ergonomie – pracoviště. Plzeň: Západočeská Univerzita, 2018 [cit. 25.9.2021]. Dostupné z: <https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/>
- [35] *Kion Group* [online]. Stříbro: Kion Group, 2021 [cit. 17.11.2021]. Dostupné z: <https://www.kiongroup.com/strebro/>
- [36] *STILL* [online]. Praha: STILL ČR spol. s r. o., n.d. [cit. 17.11.2021]. Dostupné z: <https://www.still.cz/voziky/nove-voziky/skladove-vysokozdvizne-voziky/fm-x.html>
- [37] BAUHAUS [online]. Brno: BAUHAUS k. s., 2022 [cit. 5.4.2022]. Dostupné z: <https://www.bauhaus.cz/opasek-na-naradi-ce5sp-11141504>
- [38] *STILL* [online]. Praha: STILL ČR spol. s r. o., n.d. [cit. 17.11.2021]. Dostupné z: <https://www.still.cz/voziky/nove-voziky/skladove-vysokozdvizne-voziky/fm-x.html>
- [39] *Kion Group* [online]. Stříbro: Kion Group, 2021 [cit. 17.11.2021]. Dostupné z: <https://www.kiongroup.com/strebro/>
- [40] Linde Material Handling [online]. Praha: Linde Material Handling Česká republika s.r.o., 2019 [cit. 20.11.2021]. Dostupné z: https://www.linde-mh.cz/media/Media-Czechia/01-Products/Navod-BR1173-L14-L20_AP_i_CZ.pdf
- [41] Průmyslové spektrum [online]. Praha: MM Průmyslové spektrum, 2013 [cit. 20.11.2021]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/linde-predstavilo-novy-retrak-rady-1120>
- [42] efarby.sk [online]. Rajecké Teplice: Mi-Ka, s.r.o., 2022 [cit. 5.4.2022]. Dostupné z: <https://www.efarby.sk/blog/ako-sme-robili-podlahove-znacenie-na-9500m2-vyrobnjej-haly/>
- [43] AHProfi [online]. Dýšina: AHProfi s.r.o. 2022 [cit. 24.4.2022]. Dostupné z: <https://www.ahprofi.cz/palicka-gumova-kovova-ht230204>
- [44] BUREŠ, Marek. Datakarta MTM. Plzeň: Západočeská Univerzita, 2020 [cit. 25.9.2021]. Dostupné z: <https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/>
- [45] BUREŠ, Marek. Formulář MTM. Plzeň: Západočeská Univerzita, 2020 [cit. 25.9.2021]. Dostupné z: <https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/>


Seznam příloh

PŘÍLOHA č. 1 - Formulář Basic MOST

PŘÍLOHA č. 2 - Data karta MTM

PŘÍLOHA č. 1

Formulář Basic MOST [16]

		<h1>BasicMOST</h1>						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			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
Celková spotřeba času:											
				minut		sekund		TMU			

PŘÍLOHA č. 2

Data karta MTM [44]

Sáhnout R (reach)						
dráha [cm]	TMU					Popis
	R-A	R-B	R-C	R-D	R-E	
do 2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	<p>Základní pohyb sáhnout se může provést rukou nebo jednotlivými prsty. Dráha pohybu je měřena z bodu výchozí polohy do bodu cílové polohy po přímce.</p> <p>Legenda: A - Sáhnout po předmětu na určitém místě, anebo po předmětu v druhé ruce. Malé nároky na kontrolu, pohyb probíhá téměř automaticky. B - Sáhnout po jednotlivě ležícím předmětu, jehož poloha se může čas od času měnit. Mírné nároky na kontrolu. C - Sáhnout po předmětu, který je smíšen s ostatními a je nutno jej vybrat. Vysoké nároky na kontrolu. D - Sahání pro velmi malý, těžko uchopitelný, předmět, kde je možné poranění. Vysoké nároky na kontrolu. E - Pohyb ruky do neurčité polohy, například zpět k tělu. Malé nároky na kontrolu.</p>
4	3,4	3,4	5,1	5,1	3,2	
6	4,5	4,5	6,5	6,5	4,4	
8	5,5	5,5	7,5	7,5	5,5	
10	6,1	6,3	8,4	8,4	6,8	
12	6,4	7,4	9,1	9,1	7,3	
14	6,8	8,2	9,7	9,7	7,8	
16	7,1	8,8	10,3	10,3	8,2	
18	7,5	9,4	10,8	10,8	8,7	
20	7,8	10,0	11,4	11,4	9,2	
22	8,1	10,5	11,9	11,9	9,7	
24	8,5	11,1	12,5	12,5	10,2	
26	8,8	11,7	13,0	13,0	10,7	
28	9,2	12,2	13,6	13,6	11,2	
30	9,5	12,8	14,1	14,1	11,7	
35	10,4	14,2	15,5	15,5	12,9	
40	11,3	15,6	16,8	16,8	14,1	
45	12,1	17,0	18,2	18,2	15,3	
50	13,0	18,4	19,6	19,6	16,5	
55	13,9	19,8	20,9	20,9	17,8	
60	14,7	21,2	22,3	22,3	19,0	
65	15,6	22,6	23,6	23,6	20,2	
70	16,5	24,1	25,0	25,0	21,4	
75	17,3	25,5	26,4	26,4	22,6	
80	18,2	26,9	27,7	27,7	23,9	

Přemístit M (move)							
dráha [cm]	TMU			Hmotnostní korekce			Popis
	M-A	M-B	M-C	hmotnost [kg]	SC [TMU]	W koeficient	
do 2	2,0	2,0	2,0	<p>Přemístění je přesunutí jednoho nebo více dílů rukou nebo prsty na určité místo.</p> <p>Legenda: A - Pohyb probíhá téměř automaticky, malé nároky na kontrolu. Přemístit předmět do druhé ruky nebo k pevné zářáče. B - Mírné nároky na kontrolu. Přemístit předmět na přibližné nebo neurčité místo. Vůle > 25 mm C - Vysoké nároky na kontrolu. Přemístit předmět na přesné místo. Vůle > 12 ≤ 25 mm SC - statická komponenta; Statický účinek na svaly, který se započítává samostatně. W - dynamická komponenta pohybu; Koeficient, kterým se násobí základní čas.</p>			
4	3,1	4,0	4,5		1	0,0	1,00
6	4,1	5,0	5,8		2	1,6	1,04
8	5,1	5,9	6,9		4	2,8	1,07
10	6,0	6,8	7,9		6	4,3	1,12
12	6,9	7,7	8,8		8	5,8	1,17
14	7,7	8,5	9,8		10	7,3	1,22
16	8,3	9,2	10,5		12	8,8	1,27
18	9,0	9,8	11,1		14	10,4	1,32
20	9,6	10,5	11,7		16	11,9	1,36
22	10,2	11,2	12,4		18	13,4	1,41
24	10,8	11,8	13,0		20	14,9	1,46
26	11,5	12,3	13,7		22	16,4	1,51
28	12,1	12,8	14,4				
30	12,7	13,3	15,1				
35	14,3	14,5	16,8				
40	15,8	15,6	18,5				
45	17,4	16,8	20,1				
50	19,0	18,0	21,8				
55	20,5	19,2	23,5				
60	22,1	20,4	25,2				
65	23,6	21,6	26,9				
70	25,2	22,8	28,6				
75	26,7	24,0	30,3				
80	28,3	25,2	32,0				

Uchopit G (grasp)		
symbol	TMU	Popis
G1A	2,0	Jednoduché uchopení sevřením prstů. Předmět leží osamoceně a lze ho uchopit jednoduchým sevřením prstů.
G1B	3,5	Předmět je velmi malý a plochý a leží v jedné rovině s podložkou. Podmínkou je, že výška předmětu může být nejvýše 3 mm.
G1C1	7,3	Předmět je přibližně válcového tvaru a leží tak, že překážka existuje na jedné straně a zdola. Podmínkou je, že průměr je > 12 mm a < 25 mm
G1C2	8,7	Předmět je přibližně válcového tvaru a leží tak, že překážka existuje na jedné straně a zdola. Podmínkou je, že průměr je 6 až 12 mm
G1C3	10,8	Předmět je přibližně válcového tvaru a leží tak, že překážka existuje na jedné straně a zdola. Podmínkou je, že průměr je < 6 mm
G2	5,6	Přehmátnutí předmětu v jedné ruce. Slouží buď pro zlepšení úchopu nebo se hodnotí jako vyrovnání.
G3	5,6	Přebírání předmětu do druhé ruky. Pohyb spočívá v tom, že jedna ruka přebírá kontrolu nad předmětem, zatímco druhá ruka kontrolu nad předmětem ztrácí.
G4A	7,3	Výběrové uchopení je uchopení předmětu, který leží smíšeně s ostatními na hromadě. Podmínkou jsou rozměry > 25 x 25 x 25 mm.
G4B	9,1	Výběrové uchopení je uchopení předmětu, který leží smíšeně s ostatními na hromadě. Podmínkou jsou rozměry 25 x 25 x 25 mm až 6 x 6 x 3 mm.
G4C	12,9	Výběrové uchopení je uchopení předmětu, který leží smíšeně s ostatními na hromadě. Podmínkou jsou rozměry < 6 x 6 x 3 mm.
G5	0,0	Kontroly nad předmětem se dosáhne pouze dotykem bez sevření prstů. Takovéto uchopení nevyžaduje žádný čas.

Umístit P (position)				
stupeň lícování	symetričnost	TMU		Popis
		E	D	
P1	S	5,6	11,2	Umístění je pohyb prstů nebo ruky za účelem vložení dvou dílů do sebe nebo k sobě.
	SS	9,1	14,7	
	NS	10,4	16,0	
P2	S	16,2	21,8	Stupně lícování: P1 - Není potřeba žádný tlak na spojení a žádná zvláštní přesnost. P2 - Je potřeba lehký tlak prsty či ruky a zvýšená přesnost. P3 - Na spojení je potřeba silný tlak a vysokou přesnost.
	SS	19,7	25,3	
	NS	21,0	26,6	
P3	S	43,0	48,6	Symetričnost umístění: S - symetrický - spojovací výřezy umožňují spojení v každé poloze. SS - polosymetrický - spojovací průřezy umožňují spojení ve více polohách. NS - nesymetrický - spojovací průřezy umožňují spojování jen v jedné poloze.
	SS	46,5	52,1	
	NS	47,8	53,4	
Manipulace: E - lehká D - obtížná - předměty ploché, kluzké, těžké, pružné nebo těžší než 1 kg Umísťování nad 25 mm je pohyb přemístění.				

Pohyby těla a nohou			
symbol	dráha	TMU	Popis
FM	do 10 cm	8,5	Pohyb chodidla bez tlaku
FMP	do 10 cm	19,1	Pohyb chodidla s tlakem
LM	do 15 cm	7,1	Pohyb jedné nohy
	za každý další cm	0,5	
SS-C1	30 cm	17,0	Úkrok stranou na 1 nohu
	za každý další cm	0,2	
SS-C2	30 cm	34,1	Úkrok stranou na obě nohy
	za každý další cm	0,4	
TB-C1	45° - 90°	18,6	Otočení těla pomocí jedné nohy
TB-C2		37,2	Otočení těla pomocí obou nohou
W-P	za 1 krok	15,0	Chůze bez zátěže a překážek
W-PO	za 1 krok	17,0	Chůze omezená nebo se zátěží > 23 kg
B		29,0	Předklonění
AB		31,9	Vzpřímení z předklonění
S		29,0	Sehnutí
AS		31,9	Vzpřímení ze sehnutí
KOK		29,0	Klek na jedno koleno
AKOK		31,9	Zvednutí z kleku na jednom kolenu
KBK		69,4	Klek na obě kolena
AKBK		76,7	Zvednutí z kleku a obou kolenu
SIT		34,7	Sednout
STD		43,4	Vstát

Obrátit T (turn)				
úhel [°]	TMU			Popis
	T-S	T-M	T-L	
30	2,8	4,4	8,4	Při manipulaci se ruka otáčí okolo podélné osy předloktí o úhel °.
45	3,5	5,5	10,5	
60	4,1	6,5	12,3	
75	4,8	7,5	14,4	
90	5,4	8,5	16,2	Hmotnosti manipulovaného předmětu: S - do 1 kg M - 1-5 kg L - 5-16 kg
105	6,1	9,6	18,3	
120	6,8	10,6	20,4	
135	7,4	11,6	22,2	
150	8,1	12,7	24,3	
165	8,7	13,7	26,1	
180	9,4	14,8	28,2	

Pustit RL (release)		
symbol	TMU	Popis
RL1	2,0	Rozevření prstů k uvolnění předmětu.
RL2	0,0	Přerušením dotyku s předmětem dojde ke ztrátě kontroly.

Oddělit D (disengage)			
stupeň licování	TMU		Popis
	E	D	
D1	4,0	5,7	Zpětný pohyb oddělení pro stupeň licování: D1 - do 2,5 cm D2 - do 12 cm D3 - do 30 cm Manipulace: E - lehká, D - obtížná
D2	7,5	11,8	
D3	22,9	34,7	

Tlačit AP (apply pressure)		
symbol	TMU	Popis
APA	10,6	Jednostranně vyvíjený tlak libovolnou částí těla na zabezpečení dostatečné kontroly nad předmětem. AF+DM+RLF
APB	16,2	Tlak prstů nebo ruky za současného přehmátnutí. APA+G2

Funkce zraku E (eye travel a eye focus)		
symbol	TMU	Popis
ET	15,2 x T/D max 20,0	Sledování zrakem nebo přemístění pohledu: T - vzdálenost mezi zornými body (cm) D - vzdálenost očí od spojnice zorných bodů (cm)
EF	7,3	Pohled zaostřit (rozlišit)

Přepočty časových hodnot				
	TMU	Sec.	Min.	Hod.
TMU	1	0,036	0,0006	0,00001
Sec.	27,8	1	-	-
Min.	1666,7	-	1	-
Hod.	100000	-	-	1