

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Aplikace metod předem stanovených časů ve výrobním podniku

Autor: **Bc. Michal GOLDFINGER**

Vedoucí práce: **Ing. Marek BUREŠ, PhD.**

Akademický rok 2011/2012

## **Poděkování**

Rád bych vyjádřil poděkování všem těm, kteří mi pomáhali s přípravou a vypracováním mé diplomové práce. Zejména děkuji panu Ing. Marku Burešovi, PhD. za odborné vedení a předání důležitých podkladů k vypracování diplomové práce. Dále děkuji Ing. Petru Kazdovi za pomoc při konzultacích a za věcné připomínky k diplomové práci.

Zároveň bych chtěl poděkovat členům Katedry průmyslového inženýrství a managementu za pomoc při řešení problémů a předání odborných znalostí. A nakonec samozřejmě děkuji své rodině za nekonečnou podporu a trpělivost během celého mého studia.

## **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 vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## **Autorská práva**

Podle zákona o právu autorském č. 35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. Je využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uvádění vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Bc. Goldfinger	<b>Jméno</b> Michal	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	„Průmyslové inženýrství a management“		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Ing. Bureš, PhD.	<b>Jméno</b> Marek	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Aplikace metod předem stanovených časů ve výrobním podniku		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2012
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	89	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	89	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>	V první části této diplomové práce je seznámení s metodami měření produktivity práce, zejména s metodami předem stanovených časů MTM a MOST, na něž je tato práce primárně zaměřena. V praktické části této práce je analýza vybraných činností v podniku Daikin Industries Czech Republic, s.r.o. pomocí metod MTM a MOST a nakonec vzájemné srovnání těchto metod.
<b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	
<b>KLÍČOVÁ SLOVA, ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	měření produktivity práce, metody předem stanovených časů, MTM, MOST



## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Bc. Goldfinger	Name Michal
<b>FIELD OF STUDY</b>	„Industrial Engineering and Management“	
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bureš, PhD.	Name Marek
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KPV	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<del><b>BACHELOR</b></del> <b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Application of predetermined times in a production company	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Industrial Engineering and Management	<b>SUBMITTED IN</b>	2012
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	89	<b>TEXT PART</b>	89	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>	In the first part of this diploma sheet is describing methods of labour productivity mainly methods of predetermined time systems MTM and MOST, which is main theme of it. In practical part of this sheet there is analysis of selected operations in a company called Daikin Industries Czech Republic, s.r.o. This analysis was made by methods MTM and MOST. Finally there is comparison of these methods.
<b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	
<b>KEY WORDS</b>	measurement of labour productivity, methods of predetermined time systems, MTM, MOST

## **Obsah**

Seznam obrázků .....	9
Úvod.....	11
1. Výrobní proces .....	12
2. Racionalizace a normování práce .....	13
2.1 Normy a jejich dělení .....	13
2.2 Normy spotřeby času pracovníka .....	15
2.3 Normy spotřeby času výrobního zařízení .....	16
2.4 Metody stanovení norem času .....	17
2.4.1 Rozborové metody .....	17
2.4.2 Sumární metody .....	18
2.5 Ukazatele lidské práce .....	18
3. Metody měření spotřeby času .....	20
3.1 Časové studie .....	21
3.1.1 Snímek operace .....	22
3.1.2 Snímek pracovního dne .....	22
3.2 Pohybové studie .....	23
3.2.1 Postupové a oběhové diagramy, diagramy pracovního postupu a diagramy složitých činností..	24
3.2.2 Studie dráhy pohybů .....	24
3.2.3 Mikropohybové studie .....	24
4. Metody předem stanovených časů .....	25
4.1 Vývoj metod předem stanovených časů .....	25
4.2 MTM (Methods Time Measurement) .....	26
4.2.1 Koncepce MTM .....	27
4.2.2 Normální výkon, normální intenzita a normální zručnost .....	29
4.2.3 Časové jednotky .....	29
4.2.4 Vyšší stupně MTM .....	30
4.2.5 Příklady kódování u MTM-1 .....	31
4.3 MOST (Maynard Operation Sequence Technique) [13] .....	32
4.3.1 Koncepce MOST .....	32
4.3.2 Sekvenční modely .....	34
4.3.3 Jednotky času .....	40
4.3.4 Použití metody MOST .....	40
4.3.5 Druhy MOST systému .....	42
4.3.6 Forma kalkulace .....	42
4.4 Porovnání MTM a MOST .....	44
5. Aplikace metod předem stanovených časů MTM-1 a BasicMOST v podniku Daikin Industries Czech republic, s.r.o. ....	45

5.1	O společnosti Daikin Industries Czech republic, s.r.o. ....	45
5.2	Produkty .....	46
5.3	Pracoviště č. 1 – Vypuštění směsi helia a dusíku .....	49
5.3.1	Popis operace – Vypuštění směsi helia a dusíku.....	49
5.3.2	Analýza procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodou MTM.....	51
5.3.3	Analýza procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodou MOST .....	55
5.3.4	Porovnání výsledků analýz procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodami MTM a MOST	57
5.4	Pracoviště č.2 – montáž pravého plechu.....	58
5.4.1	Popis operace – montáž pravého plechu jednotky GBM-L .....	58
5.4.2	Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBM-L metodou MTM.....	59
5.4.3	Analýza procesu montáže pravého zadního plechu jednotky GBM-L metodou MOST.....	62
5.4.4	Porovnání výsledků analýz procesu montáže pravého plechu jednotky GBM-L metodami MTM a MOST	63
5.4.5	Popis operace – montáž pravého plechu jednotek GBS a Nordic.....	64
5.4.6	Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBS a Nordic metodou MTM .....	65
5.4.7	Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBS a Nordic metodou MOST.....	68
5.4.8	Porovnání výsledků analýz procesu montáže pravého zadního plechu jednotek GBS a Nordic metodami MTM a MOST.....	69
5.5	Pracoviště č. 3 – Vyvažování CFF pro jednotky GSI a SCW.....	70
5.5.1	Popis operace – vyvažování ventilátorů pro jednotky GSI a SCW.....	71
5.5.2	Analýza procesu vyvažování ventilátoru metodou MTM.....	73
5.5.3	Analýza procesu vyvažování ventilátoru metodou MOST .....	76
5.5.4	Porovnání výsledků analýz procesu montáže pravého zadního plechu jednotek GBS a Nordic metodami MTM a MOST.....	77
5.6	Pracoviště č. 4 – Montování motoru a ventilátorů.....	77
5.6.1	Popis operace – montáž motoru a ventilátorů (2 ventilátory) .....	78
5.6.2	Analýza procesu montáž motoru a ventilátorů metodou MTM .....	79
5.6.3	Analýza procesu montáž motoru a ventilátorů metodou MOST.....	83
5.6.4	Porovnání výsledků analýz procesu montáže motoru a ventilátorů (2 ventilátory) metodami MTM a MOST.....	84
6.	Souhrnné vyhodnocení a závěr.....	85
	Seznam použité literatury.....	88

## Seznam obrázků

<i>Obrázek 2-1: Skladba pracovních norem [3] .....</i>	14
<i>Obrázek 2-2: Členění času spotřebovaného v průběhu směny[7] .....</i>	15
<i>Obrázek 2-3: Schéma norem spotřeby času výrobního zařízení [3] .....</i>	16
<i>Obrázek 3-1: Metody měření spotřeby času (upraveno dle [5]).....</i>	20
<i>Obrázek 3-2: Symboly používané v pohybových studiích (upraveno dle [7]).....</i>	24
<i>Obrázek 4-1: Ukázka "therbligs" .....</i>	25
<i>Obrázek 4-2: Výskyt základních pohybů podle MTM u typických pracovních úloh (studie Švédsko, USA, Anglie).....</i>	28
<i>Obrázek 4-3: Termíny a jejich vztahy ve vazbě s MOST analýzou .....</i>	34
<i>Obrázek 4-4: Sekvenční model všeobecného pohybu.....</i>	35
<i>Obrázek 4-5: Indexy parametrů pro všeobecný pohyb .....</i>	36
<i>Obrázek 4-6: Sekvenční model řízeného pohybu .....</i>	36
<i>Obrázek 4-7: Indexy parametrů pro řízený pohyb- 1. část .....</i>	37
<i>Obrázek 4-8: Indexy parametrů pro řízený pohyb- 2. část .....</i>	37
<i>Obrázek 4-9: Sekvenční model pro použití nástrojů .....</i>	38
<i>Obrázek 4-10: Indexy parametrů pro použití nástrojů .....</i>	39
<i>Obrázek 4-11: Ukázka kalkulačního formuláře BasicMOST.....</i>	43
<i>Obrázek 5-1: Logo společnosti Daikin Industries Czech republic, s.r.o. [14] .....</i>	45
<i>Obrázek 5-2: Daikin Industries Czech republic, s.r.o. v Plzni.....</i>	46
<i>Obrázek 5-3: Činnosti společnosti Daikin [16] .....</i>	46
<i>Obrázek 5-4: Princip klimatizace [15] .....</i>	47
<i>Obrázek 5-5: Portfolio společnosti Daikin [16] .....</i>	48
<i>Obrázek 5-6: Typy výrobků ve společnosti Daikin Industries Czech republic, s.r.o. [16] .....</i>	48
<i>Obrázek 5-7: Schéma pracoviště, na němž probíhá operace vypuštění směsi helia a dusíku .</i>	49
<i>Obrázek 5-9: Výměna plné krabičky s.....</i>	50
<i>Obrázek 5-11: Povolení kapleru klíčem.....</i>	50
<i>Obrázek 5-8: Pracoviště, na němž probíhá vypuštění směsi helia a dusíku z výměníku.....</i>	50
<i>Obrázek 5-10: Pistole pro vypuštění směsi helia a dusíku nasazená na kapler .....</i>	50
<i>Obrázek 5-12: Schéma pracoviště, kde se provádí montáž pravého plechu .....</i>	58
<i>Obrázek 5-13: Přišroubované zemnicí dráty .....</i>	58
<i>Obrázek 5-14: Termostat uchycený.....</i>	58
<i>Obrázek 5-15: Jednotka GBM-L bez pravého plechu .....</i>	59
<i>Obrázek 5-16: Jednotka GBM-L s namontovaným pravým plechem.....</i>	59

<i>Obrázek 5-17: Jednotka GBS s nasazenou protihlukovou izolací .....</i>	64
<i>Obrázek 5-18: Jednotka GBS před montáží pravého plechu .....</i>	64
<i>Obrázek 5-19: Montáž pravého plechu na jednotku GBS.....</i>	64
<i>Obrázek 5-20: Zásobník pravých plechů pro jednotky GBS.....</i>	64
<i>Obrázek 5-21: Schéma pracoviště č. 3 – Vyvažování ventilátorů (CFF).....</i>	70
<i>Obrázek 5-22: Pracoviště pro vyvažování ventilátorů.....</i>	70
<i>Obrázek 5-25: Závaží připevněná k žeburu ventilátoru.....</i>	72
<i>Obrázek 5-23: Monitor zobrazuje, že ventilátor je vyvážen.....</i>	72
<i>Obrázek 5-24: Monitor zobrazuje, že ventilátor je nutné dovážít, na levé straně o 0,72 g a na pravé straně o 0,20 g.....</i>	72
<i>Obrázek 5-26: Výsledný produkt linky SF5 – sestava motoru a 3 ventilátorů.....</i>	78
<i>Obrázek 5-27: Plech po příchodu na pracoviště.....</i>	78
<i>Obrázek 5-28: Sestava před opuštěním pracoviště.....</i>	78
<i>Obrázek 5-29: Utahování svorek držících motor pneumatickým šroubovákem.....</i>	79

## Úvod

Efektivita fungování moderních výrobních systémů s účastí člověka je daná nejen moderní technikou a technologií, progresivní organizací práce, ale i stupněm přizpůsobení nároků nové techniky, technologie a organizace práce možnostem a schopnostem člověka. Úlohou analýzy práce je poznávat, charakterizovat, případně kvantifikovat vliv faktorů pracovní činnosti na organismus člověka a jeho výkon. Postup analýzy práce vždy začíná analýzou činnosti, kde se zkoumají parametry této činnosti, tj. čas, pohyb, prostor a námaha. Následně je možné určit metody, které jsou vhodné pro analýzu takové činnosti.

Pohybové studie zaujímají stále větší význam při analýzách pracovních činností, a to z důvodu stále se zvětšujícího uplatňování ergonomie při organizování výrobního procesu. Z historického vývoje známe celou řadu postupů a technik, od těch méně přesných, jako jsou hrubé odhady, kvalifikované odhady či historická empiricky zjištěná data, až po ty exaktnější, časové studie pomocí přímého měření (metoda rozborově chronometrážní, snímek pracovního dne nebo operace aj.), nebo metody předem určených časů. Zásadní význam zde má přesnost a pracnost použitého postupu měření. V drtivé většině českých podniků se stále používají především techniky přímého měření - nejčastěji pomocí stopek a videotechniky.

Mezi nejpropracovanější a nejefektivnější metody předem určených časů v současnosti patří metoda MTM (Methods Time Measurement) a systém MOST (Maynard Operation Sequence Technique). Vysoká produktivita těchto systémů souvisí s rychlostí, jakou je možné navrhnout časové normy, čímž samozřejmě zvyšují i produktivitu normovače. Tato diplomová práce se bude zabývat hlavně právě těmito dvěma metodami. Metoda MTM patří v současné době mezi nejrozšířenější metody měření a analýzy práce. Systém MOST z této metody při svém vzniku vycházel a postupně se dostával do podvědomí firem.

V teoretické části této diplomové práce bude čtenář seznámen s metodami stanovení spotřeby času, a to především rozborově výpočetními metodami stanovení spotřeby času na operaci, mezi které patří právě metoda MTM a systém MOST.

V praktické části bude popis a charakteristika vybraných operací v podniku Daikin Industries Czech Republic, s.r.o. a použití metod předem stanovených časů na tyto operace. Zde budou aplikované poznatky získané z teoretické části práce. Nakonec bude provedeno vyhodnocení analýz a porovnání použitých metod.

## 1. Výrobní proces

Základní činností podniku je výroba. V nejširším pojetí se výrobou rozumí spojení výrobních faktorů (práce, kapitálu, půdy) za účelem získání určitých výkonů (výrobků a služeb). Do tohoto pojetí se zahrnují všechny činnosti, které podnik zajišťuje: pořízení výrobních faktorů (investiční činnost), pracovníků (personální činnost) a finančních prostředků (finanční činnost), zhotovení výrobků a poskytování služeb, doprava, skladování, odbyt, správa, kontrola atd.

Významným úsekem sféry výroby je výrobní činnost – tedy proces zhotovování výrobků, či poskytování služeb. Pod tímto pojmem rozumíme přeměnu materiálu na produkt, postupně probíhající od vstupu do výrobního zařízení až po jeho opuštění produktem bez ohledu na to, zda jde o produkt z hlediska podniku či výrobního zařízení konečný, anebo v nich je dále zpracováván. Cílem výrobního procesu nejsou jakékoliv výrobky či služby, ale pouze takové, které lze uplatnit na trhu a získat tak odpovídající výnosy. Přeměna vstupů na výstupy musí tedy probíhat co nejefektivněji. To znamená při optimální spotřebě všech výrobních vstupů, přiměřených nákladech a nejvhodnější volbě výrobních postupů. [1]

### Výrobní postup

Podle [2] výrobní postup představuje předpis, jak zpracovat polotovary ve výrobek. Obecně platí, že čím podrobněji bude výrobní postup vypracován, tím méně ztrát bude ve výrobě. To je velmi důležité u velkosériové a hromadné výroby. Výrobní postupy se člení na jednotlivé:

- Operace – nepřetržitě (souvisle) prováděná a ukončená část výrobního postupu, prováděná na jednom pracovišti zpravidla jedním pracovníkem.
- Úsek operace – část operace, prováděná na jedné ploše, při jednom upnutí a jedním nástrojem.
- Úkon – je jednoduchou ucelenou pracovní činností, organizačně neoddělitelnou, např. při obrábění je to upínání předmětů, uvedení stroje do činnosti, vyjmutí obrobku z přípravku apod.
- Pohyb – nejmenší měřitelná část pracovního úkonu. Rozumíme tím co nejjednodušší ukončený pohyb pracovníka.

Výrobní postup uvádí:

- popis prací a vhodných metod v daném pořadí,
- počet vyráběných kusů,
- výrobní prostředky (stroje, přípravky, nástroje, měřidla),
- řezné podmínky.

## 2. Racionalizace a normování práce

**Racionalizace práce** znamená soustavné zdokonalování výrobních procesů usilujících o co nejvyšší efektivitu práce a nejnižší náklady.

**Normování práce** je činnost, kterou se určují pracovní normy.

Úlohou každého podniku je vytvářet podmínky pro neustálý růst výroby na základě růstu produktivity práce. Toho se dá dosáhnout snižováním spotřeby času použitím nových a výkonnějších strojů a zařízení. Aby mohla být tato technika a technologie racionálně využívána, je potřeba neustále zvyšovat kvalifikaci a technickou úroveň pracovníků, neboť člověk je stále rozhodující složkou výroby. Na produktivitu práce má vliv i účelné rozmístění lidí ve výrobním procesu a správná organizace práce. Výše produktivity práce závisí na množství času potřebného na provedení dané práce. Čím je tedy čas kratší, tím je produktivita práce vyšší.

Výstupem racionalizační a normovací činnosti jsou objektivní normy spotřeby práce. Tyto normy mají význam především pro oblast plánování. Tzn., aby bylo možné sestavit výrobní plán výrobku, je potřeba poznat výrobní časy jednotlivých operací, které se nacházejí ve výrobním postupu výrobku. K tomuto účelu slouží výkonové normy. Na základě znalosti spotřeby času na jednotlivé operace je možné stanovit normy pro celé součásti a z těch následně normu pro celý výrobek, tj. normy pracovní. Z těchto norem je dále možné sestavovat kapacitní plány, plány potřebného počtu pracovníků, mzdové plány apod. Bez kvalitních a objektivních norem spotřeby času není možné sestavit kvalitní plán ani dobře organizovat, řídit a zabezpečovat plynulost výroby. [3]

### Význam normování práce:

- Zlepšení organizace práce,
- snížení nákladů,
- odměňování spojené s úkolovou mzdou,
- stanovení optimálních technologických postupů vykonávání práce.

### Obsah normování práce:

- Analýza pracovních činností (operací),
- zkoumání a měření spotřeby času,
- evidence a rozbor plnění norem.

### 2.1 Normy a jejich dělení

Normy jsou dokumentované dohody, které pro všeobecné a opakované použití poskytují pravidla, směrnice, pokyny a charakteristiky činností nebo jejich výsledky. Tím zajišťují, aby materiály, výrobky, postupy a služby vyhovovaly danému účelu.

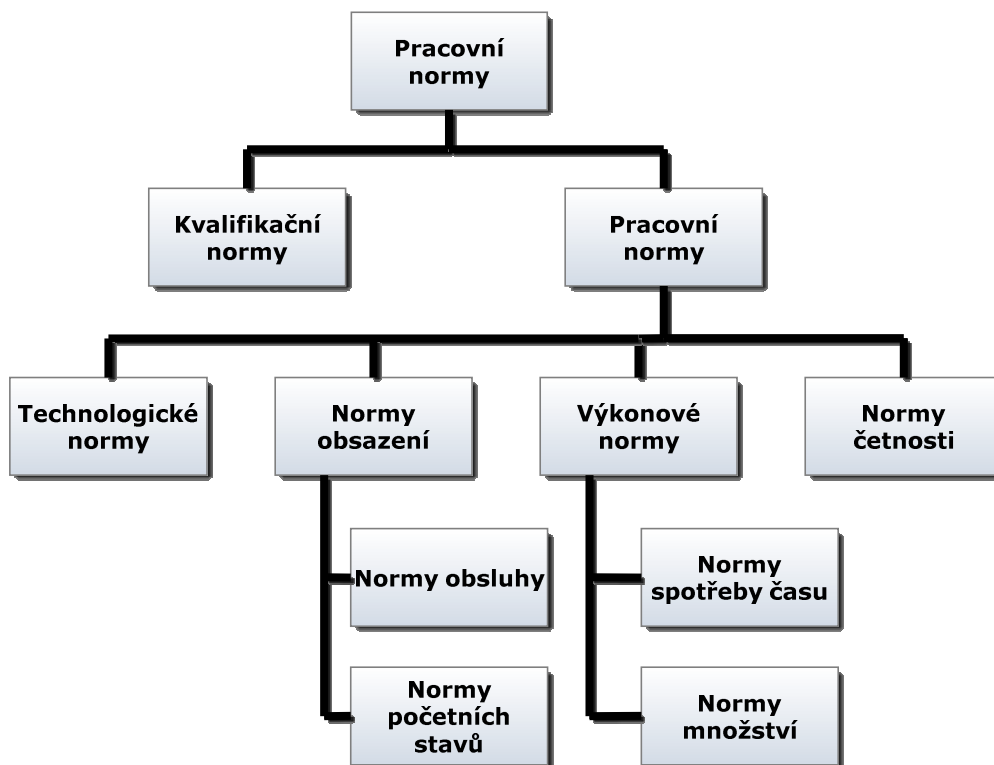
Pracovní normy představují soubor všech předpisů, určujících, jakým způsobem se má určitá práce hospodárně vykonávat, jaká kvalifikace je k jejímu provedení zapotřebí a kolik pracovního času je za určitých podmínek třeba k jejímu vykonání. [3]



Mezi pracovní normy se zahrnují zejména:

- normy pracovní kvalifikace (stanovují, jaká je potřeba kvalifikace pracovníka pro vykonávání určité práce),
- pracovní normy (normy spotřeby práce).

Normy spotřeby práce jsou předpisy, vyjadřující předpokládanou spotřebu živé práce, vynakládané na určitý pracovní výkon.



Obrázek 2-1: Skladba pracovních norem [3]

Normy spotřeby práce zahrnují:

**1. Výkonové normy** – vyjadřují předpokládanou spotřebu živé práce, která je potřeba vynaložit na splnění určité pracovní úlohy. Člení se na:

- Normy spotřeby času – udávají nutnou potřebu času pro vykonání určité operace (kusu):  $N_{\xi} = \frac{t}{N_m}$  [Nmin, Nh], kde:

- $t$  = časová jednotka [min, h]
- $N_m$  = norma množství [ks/min, ks/h]

- Normy množství – udávají počet jednotek nebo kusů, který má pracovník zpracovat za určitou jednotku času:  $N_m = \frac{t}{N_{\xi}}$  [ks/h, ks/min], kde:

- $t$  = časová jednotka [min, h]
- $N_{\xi}$  = norma času [Nh, Nmin]

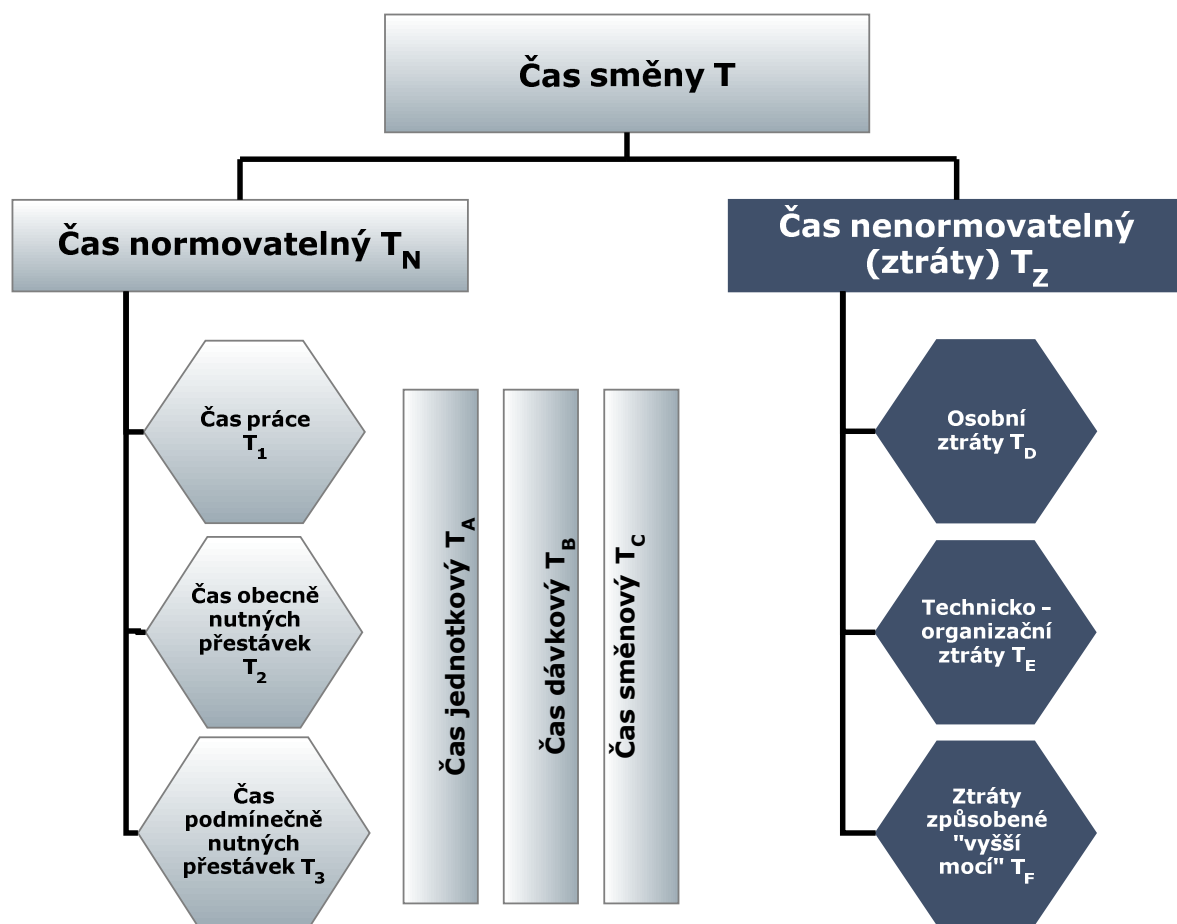
2. **Normy obsazení** – vyjadřují vztahy mezi počtem pracovníků a počtem jimi obsluhovaných strojů nebo jiných výrobních zařízení. Skládají se z:

- Normy obsluhy – udávají, kolik strojů nebo výrobních zařízení má obsluhovat jeden pracovník nebo kolik pracovníků je potřeba na obsluhu jednoho stroje nebo zařízení.
- Normy počtu – udávají, kolik pracovníků je v organizačním útvaru potřeba, aby plnil svoji funkci.

## 2.2 Normy spotřeby času pracovníka

Členění spotřeby času v průběhu směny:

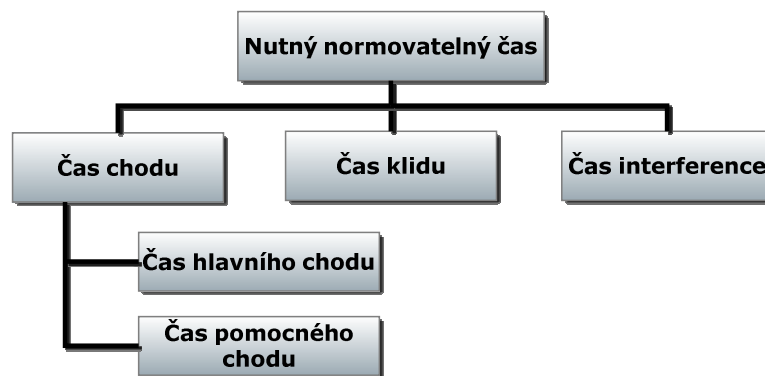
- **Čas směny (T)** – představuje celkovou dobu trvání směny dané organizační jednotky nebo pozorovaného pracoviště (objektu, pracovníka). Je-li čistá pracovní doba stanovena organizací podle zákoníku práce, je její doba trvání 7,5 hodiny, pak čas směny je také 7,5 hodin, neboli 450 minut.



Obrázek 2-2: Členění času spotřebovaného v průběhu směny[7]

- **Čas normovatelný  $T_N$**  – představuje součet všech časů (dějů), které proběhnou v rámci dané směny v průběhu pozorování daného objektu, které jsou předem stanovitelné (normovatelné). Normovatelný čas se dále dělí na:
  - Čas práce  $t_1$ ,
  - čas obecně nutných přestávek  $t_2$ ,
  - čas podmíněně nutných přestávek  $t_3$ .
- **Čas ztrátový ( $T_Z$ )** – je součtem všech časů nečinností, případně dějů, které nastaly v průběhu pracovní směny u sledovaného objektu různými nepředpokládanými vlivy a nedostatky. Tento čas nelze stanovit předem, proto jej také nazýváme nenormovatelný (ztráty). Tyto ztráty se dále dělí na:
  - Osobní ztráty  $t_D$ ,
  - technicko-organizační ztráty  $t_E$ ,
  - ztráty zapříčiněné vyšší mocí  $t_F$ . [3]

### 2.3 Normy spotřeby času výrobního zařízení



Obrázek 2-3: Schéma norem spotřeby času výrobního zařízení [3]

**Čas chodu** – je doba činnosti daného výrobního zařízení, které je z technických důvodů nutné pro hospodárné splnění cíle dané výrobní operace. Čas chodu se dělí na:

- **Čas hlavního chodu** - je doba činnosti výrobního zařízení, po kterou toto zařízení plní svůj hlavní úkol, tj. po kterou zařízení přetváří pracovní předmět ve výrobek (polotovary). Např. čas odebrání třísky při obrábění.
- **Čas pomocného chodu** – je doba činnosti daného výrobního zařízení, po kterou toto zařízení sice neplní svůj hlavní úkol, ale po kterou vykonává v průběhu operace pomocné úkony, nutné ke splnění hlavního úkolu (např. přísun obráběcího nástroje k obrobku).

**Čas klidu** – je taková doba nečinnosti výrobního zařízení, během níž pracovník uskutečňuje úkony nutné k obsluze daného zařízení a vykonatelné jen za klidu zařízení (např. upínání obrobku nebo výměna otupeného nástroje).

**Čas interference** – je časem při obsluze několika strojů jedním pracovníkem (vícestrojová obsluha). [3]

## 2.4 Metody stanovení norem času

Normy je nutno stanovit metodami odpovídajícími charakteru výroby a práce, zejména s přihlédnutím k jejich požadované kvalitě a přesnosti, k hospodárnosti jejich výpočtu a k tomu, jak podrobně je technicky účelné stanovit přesný a závazný technologický a pracovní postup.

Metody stanovení norem času je možné rozdělit do dvou skupin:

- Rozborové metody,
- sumární metody.

### 2.4.1 Rozborové metody

Rozborové (analytické) metody stanovení normy času jsou takové metody, při nichž se provede nejprve rozbor normované práce (operace) na jednotlivé dílčí úseky, stanoví se čas těchto složek, čas obecně nutných a popřípadě i podmíněčně nutných přestávek a z těchto časů se vypočte norma času na jednotku pracovního úkolu. Dostáváme tak technicky zdůvodněné normy. Mezi rozborové metody patří: [3]

- **Metoda rozborově výpočtová** – spočívá v rozboru operace na jednotlivé její složky (úseky, úkony, pohyby) a ve stanovení času pro tyto jednotlivé složky pomocí tzv. normativů času.  
Normativy času jsou hodnoty (údaje) o předpokládané nutné spotřebě času pracovníka na jednotlivé dílčí složky (části, elementy) normované práce, vykonávané za určitých technicko-organizačních podmínek. Normativní časy se zjišťují na základě vědeckého výzkumu systematického, dlouhodobého pozorování a měření a na podkladě matematicko-statistického výpočtu. Jsou přehledně zpracovány do tabulek, které se obvykle souhrnně nazývají „normativy“.  
Mezi metody rozborově výpočtové patří zejména 2 metody, kterými se dále zabývá tato práce, tj. metoda MTM a systém MOST.
- **Metoda rozborově chronometrážní** - spočívá v důkladném rozboru operace a v tom, že se ke stanovení časů pro jednotlivé části operace používá vedle normativů též snímkování operace (chronometráže). Zvláštním případem uplatnění této metody je případ, kdy vůbec nejsou k dispozici normativy času pro danou operaci a kdy se pak stanovení dílčích časů omezuje pouze na chronometráž.  
Použitelnost této metody je omezena především na hromadnou a sériovou výrobu, jelikož se musí práce provádět dostatečně dlouho, aby proběhla fáze zácvičení a měření tak bylo objektivní.
- **Metoda rozborově porovnávací** – podstata této metody je v tom, že se u výrobků konstrukčně a technologicky podobných určují časy pro jednotlivé části operace porovnáváním s obdobnými časy pro jeden nebo několik výrobků jiných velikostí, pro něž byla již dříve stanovena norma rozborovou metodou. Normativní časy pro složky operace se v zájmu urychlení výpočtu normy sdružují ve speciální normativy, které odpovídají povaze pracovního postupu pro výrobek daného tvaru. Tyto normativy se nazývají typové normy.

### 2.4.2 Sumární metody

Jsou to metody, při kterých se stanoví čas normy přímo svojí celkovou hodnotou bez rozboru operace na jednotlivé části a bez určování časových normativů těchto částí. Chybí tedy rozbor, zda je pracovní postup technicky a ekonomicky výhodný a proto dosažené normy času nejsou technicky zdůvodnitelné. Používají se především tam, kde jde o práce či výrobu přechodnou, neustálenou nebo při stanovení dočasných norem času. [4]

Mezi sumární metody patří:

- Metoda sumárních empirických vzorců – podstatou metody je, že se pro určitou technologii vyjádří závislost normy jednotkového času na hlavním činiteli (např. na hmotnosti výrobku) jednoduchým empirickým vzorcem.  
Oblast použití je pro výrobky konstrukčně a technologicky podobné, zejména v malosériové a kusové výrobě.  
Jedná se o vzorce typu:  $t = a \cdot x^n$   
Kde:  $t$  = norma jednotkového času  
 $a$  = součinitel určitého tvaru, složitosti nebo přesnosti výrobku  
 $x$  = hlavní činitel trvání času jako je hmotnost, plocha apod.  
 $n$  = mocnitel, jehož velikost je pro zjednodušení výpočtu zaokrouhlena na některou z těchto hodnot: 3, 2, 3/2, 2/3, 1/2 nebo 1/3
- Metoda sumárně porovnávací – čas normy se určuje jako celek. Porovnává se operace, která je svým výrobkem tvarově i technologicky podobná jiné operaci, jejíž norma je známa.
- Metoda statistická – norma času se určí tak, že se z výkonů dosahovaných u určité operace vypočítá průměrný výkon a z něho průměrná spotřeba času na danou měrnou jednotku (ks, kg, m, m<sup>2</sup> apod.) jako norma času. Tato metoda je málo přesná.
- Metoda sumárního odhadu – určení normy času je založeno na osobních zkušenostech. Při odhadu se vychází ze starších norem, které mají mnoho nedostatků. Tyto normy se potom dají nadsadit i o víc než 50%.

## 2.5 Ukazatele lidské práce

Jestliže chceme hodnotit výkonnost pracovníka, používáme tzv. „ukazatele lidské práce“, vyjadřující jeho produktivitu.

Mezi základní ukazatele patří:

### a) Stupeň plnění normy

Stupeň plnění normy se označuje  $\alpha$  a vyjadřuje čistou produktivitu práce. Vypočítáme jej dle vzorce:

$$\alpha = \frac{L_u}{t_u} = \frac{\text{objem vykonané užitečné práce}}{\text{doba užitečné práce}} \quad [\text{Nh/h, dělníka}]$$

**b) Stupeň časového využití dělníka**

Tento ukazatel určuje, jak efektivně pracovník využívá dobu, kterou má na práci k dispozici ( $t_0$ ).

Vypočítá se podle vzorce: 
$$\tau = \frac{\text{doba užitečné práce}}{\text{doba, která byla k dispozici}} = \frac{t_u}{t_0} = \frac{t_0 - t_z - t_{zm}}{t_0} \quad [-]$$

Čitatel ukazatele  $\tau$  je totožný se jmenovatelem ukazatele  $\alpha$ .

**c) Produktivita práce – p**

Obecně platí:

$$p = \frac{\text{objem odvedené práce}}{\text{počet pracovníků} \cdot \text{pracovní čas}} = \frac{L}{l \cdot t_0}$$

Kde:  $L$  = celkový objem odvedené práce, který můžeme vyjádřit v těchto typech jednotek:

- pracovní (Nmin, Nh, Nden...),
- naturální (kus, tuna, m<sup>2</sup>, ha, km...),
- finanční (Euro, Kč, Dolar...).

Podle použitého typu je pak výsledná hodnota ukazatele produktivity.

Nás nejvíce zajímá tzv. „vlastní produktivita“ v pracovních jednotkách, kterou vypočítáme ze vztahu:

$$p_v = \alpha \cdot \tau = \pi \quad [\text{Nh/ h děl}]$$

**d) Koeficient plnění norem**

V podnikové praxi se používá ukazatel „koeficient plnění norem“ ze vztahu:

$$k_{pn} = \frac{\sum_{i=1}^n Nh_i}{\sum_{i=1}^n OH_i} \quad [\text{Nh/ h děl}]$$

Kde:  $\sum_{i=1}^n Nh_i$  ...je celkový počet normohodin (součet norem času) odvedených za pracovní dobu

$\sum_{i=1}^n OH_i$  ... je počet odpracovaných hodin za pracovní dobu (z evidence).

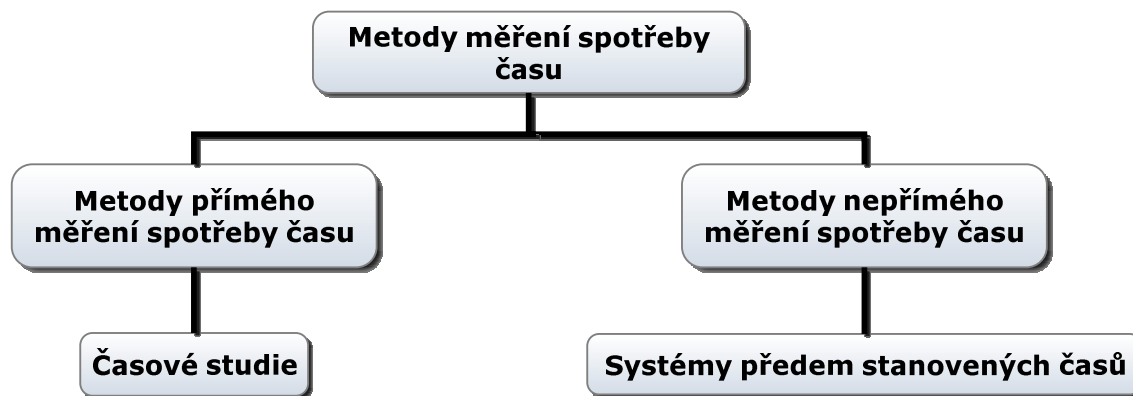
Tento ukazatel je třeba rozlišit od ukazatele „stupeň plnění normy –  $\alpha$ “.

Porovnáním totiž zjistíme, že:  $K_{pn} = \pi$

Pomocí těchto základních ukazatelů lidské práce hodnotíme nejen výkonnost pracovníka, ale i úroveň norem a kvalitu řízení celého výrobního procesu. Ukazatele jsou však jenom jedním z kritérií – vedle ukazatelů fyzické a psychické zátěže, rizik, hodnocení spokojenosti, atp. Tyto ukazatele však již přesahují rámec této práce.

### 3. Metody měření spotřeby času

V rámci normování spotřeby práce jsou metody stanovení spotřeby času zaměřené na zjišťování, posuzování a vyhodnocování spotřeby času v rámci výrobního procesu. Umožňují na základě rozborů pracovních dějů a měření jejich času určit předpokládanou spotřebu pracovního času.



Obrázek 3-1: Metody měření spotřeby času (upraveno dle [5])

Časové hledisko tvoří těžiště při studiu práce a umožňuje nám kvantifikovat děje ve zkoumaném systému. Pro účely stanovení spotřeby času se používají různé metody, mezi které patří kromě časových studií i pohybové studie, jak je vidět ve schématu na obrázku 4. Pohybové studie jsou zaměřené na zkoumání pracovního procesu z pohledu prostoru a času. Mezi neznámější patří pohybové systémy pro výpočet předem stanovených časů, které na začátku tohoto tisíciletí zažívají takový „malý boom“ v podnicích střední Evropy. [5]

Standardní postup měření spotřeby času sestává z následujících bodů:

1. **Výběr práce**, která má být měřena.
2. **Kritické přezkoumání způsobu práce** – sestává z detailního studia a kritického přehodnocení pracovního postupu (sekvence pohybů) a podmínek, za kterých je vykonávána. Jednotlivé činnosti (pohyby) jsou rozděleny na produktivní a neproduktivní.
3. **Měření spotřeby času** potřebného na vykonání jednotlivých činností (pohybů) použitím nejvhodnější měřicí techniky. Používané techniky pro měření práce můžeme rozdělit podle jejich základního principu (viz. níže).
4. **Definování přesného pracovního postupu**, pracovních podmínek a normy času pro operaci (s respektováním případného přídatku na odpočinek, osobní potřeby atd.).

Měřit spotřebu času na provedení práce můžeme měřit za předpokladu, že:

- je práce měřitelná (např. počtem ks,...),
- se práce provádí stanoveným pracovním postupem,
- práce má dostatečný objem (produktivita práce).

Výběr vhodné metody měření spotřeby času závisí na:

- délce jednoho cyklu operace,
- objemu prováděné práce,
- požadované přesnosti měření,
- požadavcích na rychlost stanovení norem spotřeby času. [5]

		Objem výroby		
		Vysoký	Střední	Nízký
Čas jednoho cyklu operace	Dlouhý	Momentkové pozorování, Chronometráž	Momentkové pozorování, Chronometráž	Kvalifikované odhady, Momentkové pozorování, Historická data
	Střední	Momentkové pozorování, Chronometráž, Metody předem stanovených časů	Momentkové pozorování, Chronometráž	Kvalifikované odhady, Chronometráž, Historická data
	Krátký	Metody předem stanovených časů	Metody předem stanovených časů, Chronometráž	Kvalifikované odhady, Chronometráž

Tabulka 3-1: Vhodné metody pro určení spotřeby času pro různé druhy výroby [5]

### 3.1 Časové studie

Časové studie jsou metody přímého měření času za pomoci zařízení pro měření času (hodinky, stopky...).

Rozdělení časových studií:

- Kontinuální časové studie – vycházejí z údajů zjištěných plynulým nepřetržitým měřením, snímkováním práce. Získané údaje z měření času tvoří pracovní snímek nebo časovou studii. Z metod kontinuálních časových studií se v praxi nečastěji používá snímek operace (chronometráž) a snímek pracovního dne. [6]
- Momentkové pozorování – vycházejí z údajů, které jsou zjištěné výběrovým šetřením – náhodně volených momentů v průběhu pracovního děje. Jsou založeny na statistickém zjišťování počtu výskytu pozorovaných dějů a využívají teorii pravděpodobnosti a náhodného výběru, která je jejich základem. Na to, abychom získali kompletní obraz o produktivním čase a době nečinnosti výrobních zařízení, měli bychom je pozorovat kontinuálně v dlouhém časovém rozsahu. Je jasné, že v případě více strojů a pracovníků se toto tvrzení stává nereálným. Proto je momentkové pozorování založeno na nepravidelných obchůzkách s cílem zjistit stav výrobních zařízení (pracuje nebo nepracuje). Pokud je výrobní zařízení ve stavu nečinnosti, je nutné zaznačit důvod. Pokud je získaný statistický soubor dostatečně velký, můžeme s vysokou pravděpodobností říci, že pozorování reprezentují reálný stav. [5]



### 3.1.1 Snímek operace

Snímek operace patří spolu se snímkem pracovního dne mezi kontinuální časové studie. Jejich pomocí zjišťujeme skutečnou spotřebu času nejen pracovníka, ale i výrobního zařízení. Snímkem operace zkoumáme spotřebu času na opakované operace nebo jejich části (úkony) na pracovišti jednotlivce, resp. na několika stejných pracovištích.

Druhy snímků operace:

**a) Plynulá chronometráž** je metoda nepřetržitého pozorování spotřeby času pro všechny úkony zkoumané operace.

**b) Výběrová chronometráž** je takový druh chronometráže, u které předmětem zkoumání není celá operace, nýbrž jen některé pravidelně, ale i nepravidelně se opakující předem známé úkony. Pozorovatel zaznamenává jen průběžný čas začátku a ukončení vybraných úkonů.

**c) Obkročná chronometráž** slouží ke zjišťování času trvání velmi krátkých částí operace. Dosahuje se toho tím, že se klouzavě sečte několik krátkých pracovních prvků do měřitelného komplexu a po vykonaném měření se zpětně vypočítávají elementární prvky.

**d) Snímek průběhu práce (snímková chronometráž)** je druh snímku operace k průzkumu takových operací, jejichž průběh není možné předem stanovit. Při pozorování zaznamenáváme nejen čas (jako u chronometráže), ale i účel jeho použití (název úkonu, operace). Jedná se vlastně o kombinaci metody snímku pracovního dne a chronometráže.

**e) Filmový snímek** je metoda, jejíž velikou předností je získání trvalého záznamu jak spotřeby času, tak pracovních pohybů. [3]

### 3.1.2 Snímek pracovního dne

Snímkem pracovního dne rozumíme metodu nepřetržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby času pracovníka nebo skupiny pracovníků během celé směny. Jedná se do značné míry o univerzální metodu, kterou je možné po jisté úpravě pozorovat nejen práci dělníka, administrativního či řídicího pracovníka, ale také činnost výrobního zařízení. [3]

Výsledky pozorování lze využít ke:

1. kvantifikaci jednotlivých činností vyjádřených spotřebou času,
2. rozboru struktury spotřeby pracovní doby,
3. rozboru ztrátových časů podle příčin,
4. vypracování výkonnostních křivek v průběhu celé směny, zejména jestliže současně sledujeme množství odvedené produkce. [3]

Druhy snímků pracovního dne:

1. **Snímek pracovního dne jednotlivce** je takový druh snímku pracovního dne, při kterém pozorovatel provádí pozorování pouze jednoho pracovníka.
2. **Snímek pracovního dne čtyry** se používá při pozorování práce skupiny pracovníků, kterým je přidělena společná práce.
3. **Hromadný snímek pracovního dne** se používá pro současné pozorování až třiceti pracovníků.

4. **Vlastní snímek pracovního dne** se odlišuje od předcházejících případů tím, že se zaměřuje jen na časové ztráty vzniklé zejména z technických a organizačních důvodů. Údaje o velikosti a příčinách takovýchto ztrát zaznamenává dělník sám. Hromadné použití tohoto snímku vede dělníky k aktivní účasti na racionalizaci práce. [3]

#### Postup provádění snímku pracovního dne:

1. **Etapa – příprava k pozorování** – úkolem přípravné etapy je vytvořit vhodné podmínky pro nerušené pozorování a získání objektivních údajů o skutečné spotřebě pracovního času v takovém členění, jaké si žádá cíl pozorování. V této etapě se řeší především cíl měření, výběr pracovníka a pracoviště, určení období, v němž bude pozorování provedeno a výběr pozorovatele. Ten se musí následně seznámit s objektem pozorování a provést přípravu pro toto pozorování.
2. **Etapa – vlastní pozorování, měření a zaznamenávání** – pozorovatel sleduje činnost dělníka na pracovišti od začátku do konce směny, popisuje ji, zaznamenává začátek a konec stejných druhů činností, resp. nečinností do předem připraveného záznamového formuláře. Naměřený čas se zpravidla zaokrouhluje na celé minuty.
3. **Etapa – vyhodnocení snímku pracovního dne** - v této etapě vypočteme z postupného času jednotlivý čas, každý jednotlivý čas zhodnotíme z hlediska obsahu činnosti, resp. nečinnosti. V dalším kroku sumarizujeme stejnorodé činnosti do skutečné bilance spotřeby času směny. Skutečná bilance vyjadřuje, kolik času v minutách a procentech z času směny připadá na jednotlivé kategorie zkoumaného času pracovní směny.

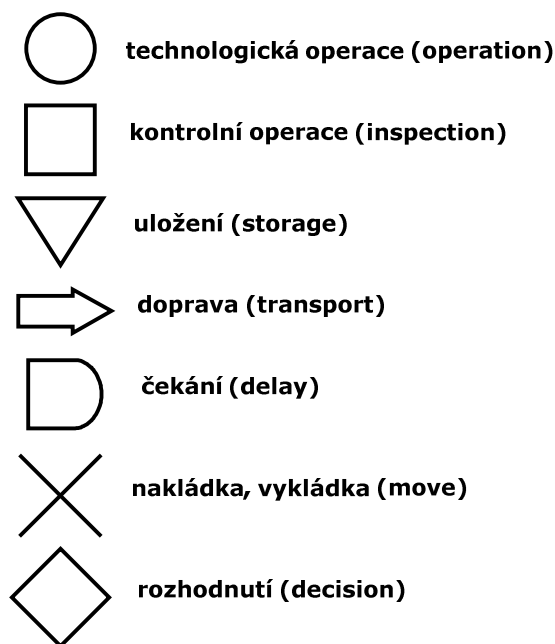
### 3.2 Pohybové studie

Při provádění časových studií určité operace u několika pracovníků, kteří pracují ve stejných podmínkách, jsou značné rozdíly ve spotřebě času. Příčina je v tom, že každý pracovník používá jinou pracovní metodu. Cílem pohybových studií je tedy odstranit zbytečné časy, duplicity, zkrácení vzdáleností při předávání či použití materiálů nebo polotovarů z předchozí fáze, dále agregace společných činností, souběžné provádění některých operací apod. Smyslem je zaručení takového postupu, který by při daných technologických a organizačních možnostech zaručil co nejkratší časový průběh procesu při efektivním využití všech jeho činitelů. Samozřejmostí je respektování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci i humánních cílů výroby. Mezi pohybové studie patří např.:

- postupové a oběhové diagramy,
- diagramy pracovního postupu,
- diagramy složitých činností,
- mikropohybové studie,
- studie dráhy pohybů a další.[7]

### 3.2.1 Postupové a oběhové diagramy, diagramy pracovního postupu a diagramy složitých činností

Jedná se v podstatě o grafické vyjádření pracovního postupu z hlediska návaznosti jednotlivých činností, vzdáleností, které je třeba překonat, včetně uskladnění a jiné manipulace s materiálem a výrobky. Diagramy se soustředí nejen na aktivní činnost, ale i na dobu čekání, prostojů apod. Ke schematickému vyjádření se používá značek, které jsou rozšířeny v mezinárodním měřítku. Nejpoužívanější z nich jsou uvedeny na obrázku 6. [7]



Obrázek 3-2: Symboly používané v pohybových studiích (upraveno dle [7])

Rozdíly v použití diagramů jsou dány způsobem sledování pracovní činnosti. Zatímco postupové a oběhové diagramy jsou zaměřeny na pracovní činnost jednotlivce či pracovní čety, pak diagramy pracovního postupu podrobně analyzují zátěž např. z hlediska levé a pravé ruky apod. Diagram složitých činností konečně analyzuje souhrnně práci člověka a stroje. Tyto jednoduché grafické metody přináší okamžitý přehled, který upozorňuje na nesprávné rozmístění pracovních míst, neefektivní vzdálenosti či zbytečné skladování mezi operacemi nebo na špatnou organizaci práce. [7]

### 3.2.2 Studie dráhy pohybů

Studie dráhy pohybů vycházejí ze sledování drah, které vykoná pracovník při provádění operace na pracovišti. Sledování je zajištěno speciálními kamerami, různými světelnými signály, ale i mechanicky. Stav činnosti se pak vyhodnocuje podle nerovnoměrného soustředění a nerovnoměrných délek drah pohybů do jednoho místa, jejich soustředění do míst na okraji pracoviště apod. [7]

### 3.2.3 Mikropohybové studie

Mikropohybové studie jsou založeny na vědeckém zkoumání rozkladu operací a činností pracovníka na základní pohyby, tzv. mikropohyby. Podrobnou analýzou práce rozvržené na mikropohyby hledá odborník nový způsob řešení, který je nejen rychlejší, ale i bezpečnější,

přináší menší fyzickou zátěž, psychické nároky apod. Jednotlivé doby trvání konkrétních mikropohybů jsou totiž rozděleny podle nároků na vzdálenost, hmotnou zátěž, potřebu dalších pomůcek, požadavky na hledání a rozhodování atp.[7] Mikropohybové studie tedy tvoří základ systému pohybových normativů. Vznik těchto systémů souvisel se snahou odstranit nedostatky časových studií (např. nemožnost určení spotřeby času na dosud neprováděné operace). Mezi tyto systémy patří také předdefinované časové systémy (Predetermined motion time systems), v praxi často nazývané metody předem stanovených časů, MTM a MOST, které jsou popsány v následující části práce.

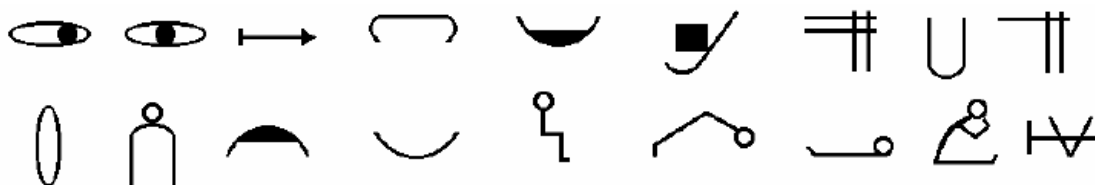
## 4. Metody předem stanovených časů

Mezi nejvíce používané metody měření času v podnicích patří chronometráže. V praxi se při aplikaci těchto metod často nedodržují základní statistické principy a časová norma je určena na základě jednoho měření. Negativní vliv na výsledek měření má i přímé pozorování pracovníka vykonávajícího práci analytikem se stopkami v ruce. Takto stanovené normy času jsou značně subjektivní. Řešením pro objektivní stanovení časové normy bez negativních reakcí pracovníků jsou metody předem stanovených časů.

### 4.1 Vývoj metod předem stanovených časů

Prvním, kdo se zabíral časovými studiemi a jejich aplikací v amerických fabrikách, byl Frederic Taylor (1856 – 1915). Taylor doporučoval rozdělit pracovní operace na jednotlivé části a až tyto části měřit stopkami. Ukázal také cestu k měření výkonu.

O něco později manželé Frank (1868 – 1924) a Lilian (1878 – 1972) Gilbreth objevili, že všechny manuální operace sestávají z kombinace základních pohybových prvků. Frank Gilbreth hledal možnost dalšího dělení Taylorových dílčích postupů. Snažil se najít nejlepší způsob vykonávání práce s co nejmenším počtem pohybů, tedy i s minimalizací únavy a zjednodušením a zrychlením pracovní činnosti. Stanovil pracovní normy založené na způsobu provedení práce. Dospěl k poznání, že pohyby vykonávané pracovníkem jsou závislé na pracovním zařízení. Začal proto zkoumat vliv pracovních podmínek na počet, délku a efektivitu pracovních pohybů. Rozdělil proměnlivé činitele, mající vliv na pohyb, s ohledem na pracovníka, pracovní podmínky a pohyby. Gilbreth své pohybové studie neustále zdokonaloval a jednotlivé úkony nakonec rozdělil na 18 prvků (tzv. „therbligs“).[8]



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

Obrázek 4-1: Ukázka "therbligs"

Prvním, kdo zkombinoval časové a pohybové studie do jednoho systému, byl americký inženýr Asa Bertrand Segur (1886-1975). Jeho systém nazvaný MTA (Methods time analysis - „Analýza času pracovních metod“) je založený právě na Gilbrethových 17 „therbligs“. [9]

Ve třicátých letech byl pod vedením Josepha H. Quicka vyvinut systém pohybových normativů nazvaný Work Factor (WF). Byly sledované a zaznamenávané stovky různých pracovních pohybů. Podstatou WF je analýza těchto pohybů a odpovídající spotřeba času, ovlivněná činiteli trvání a faktory spotřeby, které jsou dané:

- překonávanou vzdáleností nebo úhlem natočení,
- přenášenou vahou (hmotností předmětu) nebo překonávaným odporem,
- způsobem ovládání a kombinací pohybů.

Časovou jednotkou je 0,0001 min. [10]

Během druhé světové války se začala vyvíjet metoda MTM (Methods Time Measurement). Tato metoda vznikla v roce 1948 jako výsledek studie s ruční vrtačkou pro společnost Westinghouse Electric Corporation v USA. Velmi rychle se rozšířila téměř do celého světa. Její definice podle Maynarda zní: „MTM je metoda, která analyzuje manuální činnosti na základní pohyby, které je nutno provést a přikazuje každému pohybu předdefinovanou časovou normu, která je závislá na druhu pohybu a podmínkách, ve kterých je pohyb prováděn.“ [5]

K realizaci převratné myšlenky v oblasti předdefinovaných časových studií došlo roku 1980, když Kjell B. Zandin z firmy Maynard Corporation zveřejnil základy systému MOST (Maynard Operation Sequence Technique). Už při návrhu MOSTu se připustila myšlenka, aby proměnlivost a odchylky byly kompenzované použitím statistických principů. Hlavní myšlenkou bylo, aby se výrazně zvýšila produktivita měření práce při zachování vysoké úrovně přesnosti. Výsledkem snahy je momentálně nejproduktivnější systém měření práce s dosahovanou přesností 95 %.[6]

## 4.2 MTM (Methods Time Measurement)

MTM je nejznámější metoda předem stanovených časů a vznikla roku 1948 jako výsledek studie s ruční vrtačkou pro společnost Westinghouse Electric Corporation v USA. Velmi rychle se pak rozšířila do celého světa.

Při podrobnější analýze lidské práce se ukázalo, že se skládá ze souborů úkonů a pohybů, které se pravidelně opakují. Tyto základní prvky práce se nazývají základními pohyby (např. sáhnout, uchopit, přemístit...). Při výzkumu těchto pohybů se zjistilo, že průměrná hodnota času, kterou potřebují zapracovaní pracovníci na uskutečnění základních pohybů, je stejný. Na základě toho je potom možné statisticky určit časové hodnoty pro trvání jednotlivých základních pohybů.[6]

Tato metoda je založena na koncepci časových a pohybových studií, přiřazuje tedy základním pohybům předem určené časy získané na základě dlouhodobých měření práce. Systém je vhodný pro aplikaci ve všech průmyslových odvětvích pro sériovou i velkosériovou výrobu.

MTM analyzuje a poskytuje informace o:

- omezení pohybů (pohyby, které omezují jiné pohyby),
- možných kombinacích pohybů (kritické a nekritické cesty),

- identifikaci neefektivních nebo zbytečných pohybů,
- zlepšování existujících metod na zvýšení objemu výroby a snížení spotřeby práce,
- vytvoření časových norem pro odměňování a stimulaci pracovníků,
- výběru efektivního pracovního zařízení.[6]

#### 4.2.1 Koncepce MTM

Metoda je založená na principu, že každou manuální práci je možné rozdělit na základní pohyby, ze kterých je možné zpětně vytvořit jakýkoliv pracovní postup. Pro tyto základní hodnoty jsou určeny v tabulkách časové hodnoty pro délku jejich trvání. Tímto způsobem v sobě metoda MTM ukrývá faktory pohybu i času ve vzájemné vazbě. To umožňuje pomocí této metody nejen popsat přesně vymezený pracovní postup a jeho podmínky, ale zároveň určit i délku jeho trvání. Při používání této metody můžeme vyloučit použití stopek pro normování práce. [6]

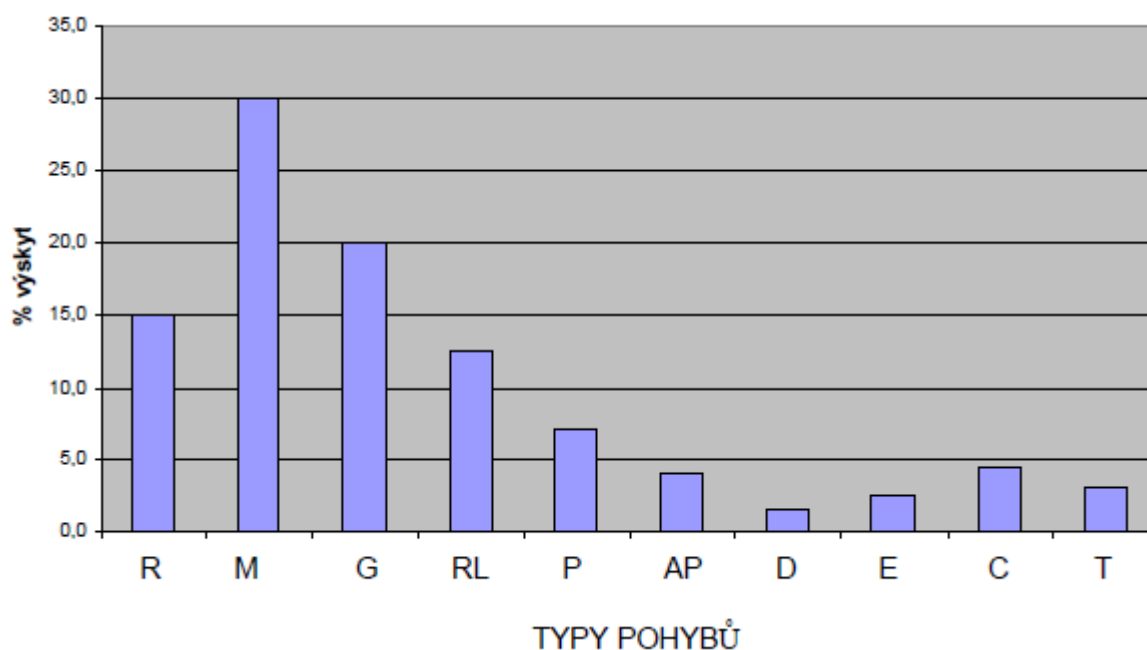
MTM analýza rozděluje pohyby do 3 základních skupin:

- pohyby horních končetin (8 pohybů),
- pohyby očí (2 pohyby),
- pohyby dolních končetin a těla (12 pohybů). [11]

Název pohybu	Zkratka	Anglický název pohybu
<b>Pohyby horních končetin</b>		
Sáhnout	<b>R</b>	Reach
Uchopit	<b>G</b>	Grasp
Přemístit	<b>M</b>	Move
Spojit	<b>P</b>	Position
Pustit	<b>RL</b>	Release
Oddělit	<b>D</b>	Disengage
Obrátit	<b>T</b>	Turn
Tlačit	<b>AP</b>	Apply pressure
<b>Pohyby očí</b>		
Sledování pohledem	<b>ET</b>	Eye travel
Pohled zaostřit (rozlišit)	<b>EF</b>	Eye focus
<b>Pohyby dolních končetin a těla</b>		
Pohyb chodidla bez tlaku	<b>FM</b>	Foot movement
Pohyb jedné nohy	<b>LM</b>	Leg movement

Úkrok stranou	<b>SS</b>	Side step
Otočení těla	<b>TB</b>	Turn body
Chůze bez zátěže a překážek	<b>W-P</b>	Walk place
Předklonění	<b>B</b>	Bend
Vzpřímení	<b>A</b>	Arise
Úklon	<b>S</b>	Stoop
Klek na jedno koleno	<b>KOK</b>	Kneel on one knee
Klek na obě kolena	<b>KBK</b>	Kneel on both knees
Sednout	<b>SIT</b>	Sit
Vstát	<b>STD</b>	Stand

Tabulka 4-1: Základní pohyby při použití metody MTM-1 [11]



Obrázek 4-2: Výskyt základních pohybů podle MTM u typických pracovních úloh (studie Švédsko, USA, Anglie)

#### Postup provádění analýzy metodou MTM:

1. Rozložení operace do jednotlivých pohybů.
2. U každého pohybu určení ovlivňujících veličin.
3. Vyhledání příslušné časové veličiny v tabulkách.
4. Součet časů jednotlivých pohybů = čas celé operace. [11]

Skutečnost, že každou činnost pracovníka dokážeme popsat pomocí základních 22 pohybů, umožňuje charakterizovat práci z časového hlediska. Díky normativům MTM dokážeme vypracovat podrobné výkonové normy bez použití zařízení pro měření času. Při pozorování práce tvůrci MTM zjistili, že práce se skládá ze 3 základních proměnných:

- z pracovní metody,
- z pracovní intenzity,
- z pracovní zručnosti.

A to tak, že největší vliv na čas má pracovní metoda, protože intenzita práce (pracovní rychlost – tempo) a zručnost dosáhly úrovně, kdy se nedá očekávat další podstatný vzestup. Pracovní metoda se dá zlepšit i v okamžiku, kdy se zdá být nejdokonalejší.

Na základě těchto úvah vytvořila metoda MTM pro studium pracovních metod vlastní, tzv. „Methods Engineering“ jejíž definice zní:

**„Methods Engineering“ je takový postup, který podrobně rozebírá uskutečnění pracovního procesu. K dosažení nejlepšího způsobu práce zajišťuje jeho správné uskutečnění, vyloučí každý zbytečný pohyb, vypracuje jednotný způsob práce, určí jednotné pracovní nástroje a stanoví jednotné pracovní podmínky. Pracovník je školený tak, aby dodržoval způsob práce uznávaný za nejlepší.“**

Následně se vypočítá normovaný čas, v průběhu kterého může normální pracovník danou práci uskutečnit.

#### 4.2.2 Normální výkon, normální intenzita a normální zručnost

Za normální výkon považuje MTM součet normální intenzity a normální zručnosti. V průběhu jednoho roku zkoumalo 175 časoměřičů eventuální odchylky, při čemž zjistili, že zručnost může kolísat mezi 78 a 115 % a intenzita se pohybuje v rozmezí 83 až 130 %. Podle MTM je nejvyšší dosažitelný stupeň výkonu (plnění normy) u vynikajícího jednotlivce 145%. Vyšší výkon není výsledkem intenzity a zručnosti, ale důsledkem lepší pracovní metody, než je ta předepsaná.

MTM vypracovala následující definice:

- „Normální výkon je výkon, který je od pracovníka očekávaný jako protihodnota za poskytnutou mzdu.“
- „Normální intenzita je namáhání, které může vydržet pracovník normální tělesné konstrukce plynule bez toho, že by vyčerpával své rezervní síly.“
- „Normální zručnost je zručnost pracovníka, který dostatečně dlouho vykonává určitou práci, takže jí může vykonávat bez zbytečného váhání a bez zbytečného uvažování a bez možnosti chyb.“

#### 4.2.3 Časové jednotky

Časové hodnoty pohybů jsou velmi malé, a tak praktická nutnost znemožnila používání běžných časových jednotek (sekundy, minuty, hodiny). Metoda MTM proto používá jako jednotky času tzv. TMU (Time Measurement Units).



1 TMU	0,00001 hodiny
1 TMU	0,0006 minuty
1 TMU	0,036 vteřiny
1 vteřina	27,8 TMU
1 minuta	1666,7 TMU
1 hodina	100 000 TMU

Tabulka 4-2: Jednotky používané pro MTM (upraveno podle [11])

#### 4.2.4 Vyšší stupně MTM

Používání metody MTM-1 je detailní, ovšem velice pracné a hlavně časově náročné. Proto bylo zapotřebí vyvinout jednodušší formy MTM pro dlouhé operace, aby byla metoda MTM reálně použitelná. Tak vznikly „nadstavby“ systému MTM, a to MTM-2 až MTM-5. V této práci jsou uvedeny pouze metody MTM-3 a nižší.

Při praktickém výběru jednotlivých metod je možné orientačně použít údaj o délce trvání pracovní operace. [6]

Stupeň MTM	Podrobnost členění analýzy	Trvání operace [min.]
MTM-1	Základní pohyby	0,1 – 0,5
MTM-2	Komplex pohybů	0,5 - 3
MTM-3	Úkony operace	3 - 30
MTM-4	Úseky operace	30 - 1800
MTM-5	Operace jako celek	Více než 1800

Tabulka 4-3: Orientační tabulka pro výběr metody MTM [6]

##### a) MTM-2

Zjednodušení metody MTM bylo provedeno následujícím způsobem:

- Základní pohyby, které se často vyskytují v sekvencích, byly sloučeny v sledy pohybů. Pro zjednodušení jsou do systému MTM-2 zahrnuty pouze 2 nejběžněji se vyskytující kombinace:

PŘEMÍSTIT – SPOJIT = UMÍSTIT

SÁHNOUT – UCHOPIT – PUSTIT = VZÍT

- Stejně základní pohyby byly sloučeny do skupin. Skupiny jsou popsány speciálním kódem a jsou časově zastupovány průměrnou hodnotou.

Systém MTM-2 obsahuje celkem 39 časových hodnot, které jsou rozděleny do 15 různých pohybů (MTM-1 obsahuje 400 časových hodnot). [12]

*Příklad stanovení úkonu:*

Pracovní činnost: vzít díl (45 cm).

Kód: VLJ45

Význam kódu:

- V = Vzít (sáhnout + uchopit)
- L = Vzít lehce
- J = Jednou rukou
- 45 = vzdálenost vzetí a přemístění v cm

#### b) MTM-3

Při zpracování metody MTM-3 byl kladen důraz na dvě kritéria – rychlost rozboru a přesnost. Při vývoji metody bylo požadováno, aby byla po stránce rozboru třikrát rychlejší než MTM-2 a sedmkrát rychlejší než MTM-1 při zachování dostatečně vysoké přesnosti (max. o 5% nižší než MTM-1). Na základě rozboru sledů pohybů z hlediska jejich četnosti a vzájemné kombinace byly stanoveny celkem 2 sledy pohybů, a to:

VZÍT – UMÍSTIT = MANIPULACE

Sled pohybů UMÍSTIT = TRANSPORT

K zajištění tohoto zjednodušení byly stanoveny pro každý sled pohybu dva případy a dvě vzdálenosti. Pro pohyby těla a chůzi byly stanoveny další dva symboly. Celkem MTM-3 obsahuje 4 symboly a 10 časových hodnot oproti 39 časovým hodnotám MTM-2. [12]

#### 4.2.5 Příklady kódování u MTM-1

##### a) Kód: **R40A**

Kde: R – základní pohyb – pohyb SÁHNOUT

40 – ovlivňující činitel – délka pohybu 40 cm

A – ovlivňující činitel – případ A, stálá, zacvičená poloha

Tento kód může například označovat sahání k páce stroje vzdálené 40 cm.

##### b) Kód: **P2SSE**

Kde: P – základní pohyb – pohyb SPOJIT

2 – ovlivňující činitel – stupeň lícování, je potřeba zvýšená přesnost

SS – ovlivňující činitel – Polosymetrický, je umožněno spojení ve více polohách

E – ovlivňující činitel – lehké

Tento kód může například označovat nasazení křížového šroubováku na šroub.

c) Kód: **M35B**

Kde: M – základní pohyb – pohyb PŘEMÍSTIT

35 – ovlivňující činitel – délka pohybu

B – ovlivňující činitel – mírné nároky na kontrolu. Přemístit na přibližné místo

Tento kód může například označovat přemístění šroubu do krabičky.

### 4.3 MOST (Maynard Operation Sequence Technique) [13]

Průmysloví inženýři jsou přesvědčeni, že každá metoda může být dále vylepšena a tak věnují mnoho úsilí tomu, aby co nejvíce zjednodušili a usnadnili analytický pracovní měřicí úkol. To vede k velké různorodosti dnes užívaných měřicích systémů a k dalšímu zkoumání celého konceptu měření produktivity práce pro usnadnění práce analytiků. Výsledkem bylo vytvoření nového přístupu, známého jako Maynard Operation Sequence Technique (MOST). Koncept MOST byl vyvinut v roce 1967 a kompletní systém BasicMOST byl poprvé představen ve Švédsku roku 1972 a ve Spojených státech roku 1974. Systém MOST je podstatně rychleji a snadněji použitelný než systémy založené na pohybech. Z těchto důvodů je MOST uživatelsky příjemný systém pro stanovení předem určených časů a pohybů při práci.

Tato kapitola poskytne celkový pohled na pojetí a principy systému měření práce MOST zahrnující BasicMOST, MiniMOST a MaxiMOST. Několik příkladů bude ilustrovat použití MOSTu pro různé činnosti.

#### 4.3.1 Koncepce MOST

Pro většinu z nás znamená práce používání energie k tomu, abychom vykonali nějaký úkol či vykonávali užitečnou aktivitu. Ze studia fyziky víme, že práce je definována jako výsledek silového působení na předmět a posouvání s ním po určité dráze ( $W=F*d$  [J]). Tato definice platí poměrně dobře pro většinu každodenních prací, jako např. tlačení na tužku, zdvihání těžké krabice či manipulace s ovládacími prvky na stroji. Veškeré pracovní činnosti jsou uspořádány (nebo mohou být) tak, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku jednoduchými pohyby objektů. To je to, co je práce. MOST je systém pro měření práce, proto se soustředí na pohyb objektů.

Práce je tedy pohyb objektů. Účinná, produktivní a přívětivá práce je vykonávána tehdy, jsou-li pracovní pohyby vhodně uspořádané a plynulé. Bylo vyzorováno, že přemístění objektů následuje určitému opakování činností, jako je sáhnout, uchopit, přemístit a umístit objekt. Tyto činnosti byly identifikovány a uspořádány jako sled událostí (neboli subaktivit) provádějící pohyb objektu.

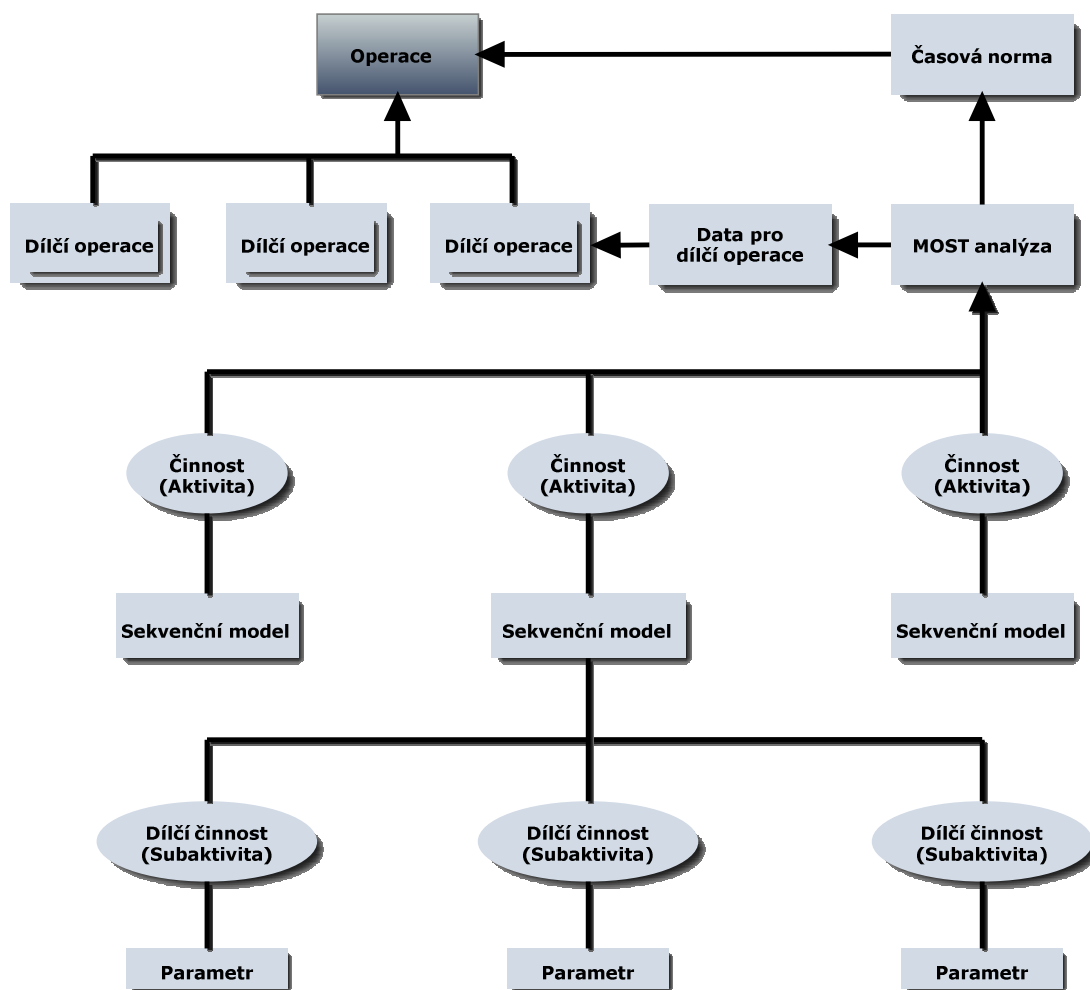
Tento koncept poskytuje základ pro sekvenční modely MOST. Primární pracovní jednotkou nejsou již základní pohyby jako u metod měření času (MTM), ale základní činnosti (soubory základních pohybů) týkající se pohybujících se objektů. Tyto činnosti jsou popisovány jako pohyby, které po sobě pevně následují. Jinými slovy, při pohybu objektů se vyskytuje obvyklý (stále stejný) sled událostí (pohybů). Proto základní vzor pohybu objektů je popisován univerzálním sekvenčním modelem namísto souhrnu náhodně sloučených detailních pohybů.

Objekty mohou být přemísťovány jedním ze dvou způsobů: buď jsou vyzvednuty do vzduchu a přesunuty volně prostorem nebo jsou během přesouvání v kontaktu s dalším povrchem. Například krabice může být zvednuta z jednoho konce stolu a přenesena na druhý konec nebo může být tlačena po povrchu stolu. Pro tyto dva druhy pohybů nastává různý sled událostí. Proto MOST potřebuje pro tyto dvě činnosti různé sekvenční modely. Při použití ručních nástrojů MOST využívá kombinaci těchto dvou základních sekvenčních modelů.

Pro popisování ruční práce jsou tedy potřeba pouze 4 (3 základní + 1) sekvenční modely činností, které zahrnuje technika BasicMOST:

- Všeobecné přemístění – pro prostorový pohyb objektu volně skrz vzduch
- Řízené přemístění – pro pohyb objektu, kdy tento objekt zůstává v kontaktu s povrchem či je spojen s jiným objektem
- Použití nástroje – využití běžných ručních nástrojů
- Manuální jeřábové přemístění – přemístění těžkých objektů, např. pomocí sloupového jeřábu. Tento model je také součástí BasicMOST systému, ačkoliv je v praxi málo používaný.

MOST analýza je obvykle tvořena kombinováním několika sekvenčních modelů, které vytvoří buď dílčí operaci, nebo celou operaci. Posloupnost dat tedy v základu zahrnuje tyto úrovně: posloupnosti činností (aktivit), dílčí operace a operace. Užívané termíny a jejich vztahy v této posloupnosti jsou ukázány na následujícím obrázku:



Obrázek 4-3: Termíny a jejich vztahy ve vazbě s MOST analýzou

### 4.3.2 Sekvenční modely

#### a) Sekvenční model všeobecného pohybu

Všeobecný pohyb znamená manuální posun objektu z jednoho místa na jiné umístění volně skrz vzduch. Pro zápis různých způsobů, jakými se může tento pohyb realizovat, je posloupnost vytvořená ze čtyř dílčích činností:

- **A** – Vzdálenost akce (Action distance) – Tento parametr pokrývá veškeré prostorové pohyby či akce prstů, rukou a nohou, především v horizontálním (vodorovném) směru.
- **B** – Pohyb těla (Body motion) – Tento parametr se odkazuje na každá vertikální (nahoru a dolů) pohyb těla.
- **G** – Získání kontroly (Gain kontrol) - Tento parametr ukrývá manuální pohyby (hlavně prsty a rukou), potřebné ke kompletní kontrole nad objektem a následně opuštění této kontroly.
- **P** – Umístění (Placement) - Tento parametr se odkazuje na akce v koncovém stupni přesunu objektu, kdy je objekt spojen s jiným objektem nebo usazen do určité polohy.

Tyto dílčí činnosti sestávají ze série parametrů a jsou logicky uspořádány v sekvenčním modelu. Sekvenční model definuje události či činnosti, které vždy probíhají v určitém pořadí a mají za následek přesunutí objektu z jednoho umístění na jiné místo. Tento sekvenční model je definovaný takovýmto způsobem:



Obrázek 4-4: Sekvenční model všeobecného pohybu

Díličím činnostem nebo parametrům sekvenčního modelu je pak přiřazen čas související s obsahem pohybu pomocí indexu. Tento přístup poskytuje kompletní analytickou přizpůsobivost v celém rozsahu sekvenčního modelu. Pro každý přesunutý objekt je možné při analýze MOST vytvořit jakoukoliv kombinaci pohybů a analyzovat ji. Pro každou všeobecnou pohybovou sekvenci (General Move Sequence) jsou hodnoty indexů k nalezení v tabulce (viz. níže) a při častějším používání je možné si je snadno zapamatovat. Plně indexovaná pohybová sekvence by mohla vypadat například takto:

$$A_6 B_6 G_1 A_1 B_0 P_3 A_0$$

Kde:  $A_6$  = jít 3 až 4 kroky k místu umístění předmětu

$B_6$  = sehnout se a zvednout se

$G_1$  = uchopit lehký předmět

$A_1$  = přesunout předmět do vzdálenosti dosahu

$B_0$  = žádný pohyb tělem

$P_3$  = umístit a nastavit předmět

$A_0$  = bez návratu

Tento příklad mohl představovat například takovouto aktivitu: „Jděte tři kroky k místu, kde leží šroub. Seberte ho z podlahové úrovně, zvedněte se a umístěte šroub do díry.“

Všeobecný pohyb je zdaleka nejčastěji užívaným ze tří modelů sekvence. Všeobecný pohyb představuje zhruba 50 procent veškeré manuální práce, s vyšším podílem pro montáž a manipulaci s materiálem a s nižším podílem pro operace strojní dílny.

Obecné Přemístění					
ABG	ABP	A			
Získat	Položit	Návrat			
Index x10	Akce na určitou vzdálenost	Pohyb těla	Získání kontroly	Umístění	Index x10
0	≤ 2 in. (5 cm)	Žádný pohyb těla	Bez získání kontroly Držet	Bez umístění Držet Hodit	0
1	Na dosah		Uchopit lehký objekt Uchopit lehký objekt Simo	Odložit Volné tolerance	1
3	1 – 2 kroky	Sednout bez ustavení Vstát bez ustavení Sehnout se a napřímít 50 %	Získat Ne-simo Získat těžký/objemný Získat neviděný Získat blokováný Promíchaný Rozpojit,Shromáždit	Volné tolerance při nevidění Umístit s ustavním Umístit s lehkým tlakem Umístit s dvojnásobným umístěním	3
6	3 – 4 kroky	Sehnout se a napřímít		Uložit s péčí Uložit s přeností Uložit neviděný Uložit blokováný Uložit velkým tlakem Uložit s mezipohyby	6
10	5 – 7 kroků	Sednout Vstát			10
16	8 – 10 kroků	Sehnout se a sednout, Vylézt nahoru, Sklůz dolů, Vstát a sehnout se, Dvěřmi			16

Akce na určitou vzdálenost			
Index	Kroky	Vzdálen (ft)	Vzdálen (m)
24	11-15	38	12
32	16-20	50	15
42	21-26	65	20
54	27-33	83	25
67	34-40	100	30
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

Obrázek 4-5: Indexy parametrů pro všeobecný pohyb

### b) Sekvenční model řízeného pohybu

Druhý typ pohybu je popisovaný řízenou pohybovou sekvencí. Tato sekvence je užívaná především pro takové aktivity, jako je ovládání páky či kliky, aktivace knoflíku či vypínače nebo jednoduše klouzání předmětu po povrchu. Pro tento druh pohybové sekvence se užívají kromě parametrů ze všeobecné pohybové sekvence (A,B,G) ještě navíc následující dílčí činnosti:

M – Řízený pohyb (Move Controlled)

X – Doba průběhu (Process Time) – část práce řízené strojem či procesy

I – Zarovnat na přesnou pozici na konci řízeného pohybu (Align)



Obrázek 4-6: Sekvenční model řízeného pohybu

Řízený pohyb zahrnuje až jedna třetina operací vyskytujících se ve strojní dílně. Typickou činností, která se řídí podle řízené pohybové sekvence, je například zařazení páky posuvu na frézce. Sekvenční model by mohl vypadat takto:

$$A_1 B_0 G_1 M_1 X_{10} I_0 A_0$$

Kde:  $A_1$  = Sáhnutí k páce ve vzdálenosti dosahu.

$B_0$  = Žádný pohyb těla.

$G_1$  = Uchopit páku.

$M_1$  = Pohnout pákou do vzdálenosti 30 cm.

$X_{10}$  = Doba průběhu přibližně 3,5 s.

$I_0$  = Bez aretace páky na konci.

$A_0$  = Bez návratu.

ABG Získat		MXI Přemístit/Spustit		A Návrat		Řízené Přemístění				Tlačit/ Táhnout			
index x10	M Přesun řízený Tlačit / Táhnout / Otáčet			X Procesní čas sekundy minuty hodiny			I Vyrovnání		index x10	M Doplňkové hodnoty			
	Točit									Index	Kroky		
0	žádná činnost			žádná činnost			žádný procesní čas		žádné vyrovnání		0	24	10-13
1	Tlačit/Táhnout/Otáčet ≤ 12in. (30cm) Tlačit tlačítko Tlačit nebo táhnout přepínač Otáčet otočným knoflíkem			0,5 sec.			0,01 min. 0,0001 hr.		vyrovnání na 1 bod		1	32	14-17
3	Tlačit/Táhnout/Otáčet > 12in. (30cm) Tlačit/Táhnout s odporem Usadit Úvolnit 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)		3	42	18-22
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)		6	54	23-28
10	Tlačit/Táhnout 3 – 4 etapy Tlačit s 3 – 5 kroky			4 – 6 otáček			4,5 sec. 0,07 min. 0,0012 hr.				10	67	29-34
16	Tlačit s 6 – 9 kroky			7 – 11 otáček			7,0 sec. 0,11 min. 0,0019 hr.		vyrovnání s přesností		16		

Točit	
Doplňkové hodnoty	
Index	Otáčky
24	12-16
32	17-21
42	22-28
54	29-36

Obrázek 4-7: Indexy parametrů pro řízený pohyb- 1. část

Procesní čas Doplňkové hodnoty				X	
Index	Sek	Min	Hod		
24	9,5	0,16	0,0027		
32	13,0	0,21	0,0036		
42	17,0	0,28	0,0047		
54	21,5	0,36	0,0060		
67	26,0	0,44	0,0073		
81	31,5	0,52	0,0088		
96	37,0	0,62	0,0104		
113	43,5	0,72	0,0121		
131	50,5	0,84	0,0141		
152	58,0	0,97	0,0162		
173	66,0	1,10	0,0184		
196	74,5	1,24	0,0207		
220	83,5	1,39	0,0232		
245	92,5	1,54	0,0257		
270	102,0	1,70	0,0284		
300	113,0	1,88	0,0314		
330	124,0	2,06	0,0344		

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

Vyrovnání Netypických předmětů			
Index	Vyrovnání na		
0	Proti zarážece (-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	
plochý, velký, tenký, ostrý, obtížně manipulovatelný	

Obrázek 4-8: Indexy parametrů pro řízený pohyb- 2. část



### c) Sekvenční model pro použití nástrojů / vybavení

Třetím sekvenčním modelem užívaným v technice BasicMOST je sekvenční model pro používání nástrojů. Tento sekvenční model zahrnuje takové činnosti, při kterých se používá ruční nářadí, jakými jsou například připevňování a uvolňování, řezání, úklid, měření a zapisování. Mezi aktivity používající nástroje mohou být zahrnuty také duševní aktivity jako například čtení, psaní, vyšetřování či známkování. Sekvenční model pro používání nástrojů je kombinací všeobecného pohybu a řízených pohybových aktivit. K těmto dvěma sekvenčním modelům jsou ještě přidány parametry odkazující na použití ručních nástrojů a vybavení:

- F – Připevnit (Fasten)
- L – Uvolnit (Loosen)
- C – Řezat (Cut)
- S – Povrchová úprava (Surface threat)
- M – Měřit (Measure)
- R – Zapsat (Record)
- T – Myslet (Think)



Obrázek 4-9: Sekvenční model pro použití nástrojů

Příkladem takové sekvence je použití klíče na matici:

**A<sub>1</sub> B<sub>0</sub> G<sub>1</sub> A<sub>1</sub> B<sub>0</sub> P<sub>3</sub> F<sub>10</sub> A<sub>1</sub> B<sub>0</sub> P<sub>1</sub> A<sub>0</sub>**

Kde: A<sub>1</sub> = Sáhnout pro klíč do vzdálenosti dosahu.

B<sub>0</sub> = Bez pohybu těla.

G<sub>1</sub> = Uchopit klíč.

A<sub>1</sub> = Sáhnout klíčem k matici do vzdálenosti dosahu.

B<sub>0</sub> = Bez pohybu těla.

P<sub>3</sub> = Nasadit klíč na matici.

F<sub>10</sub> = Utáhnout matici.

A<sub>1</sub> = Přesunout klíč do vzdálenosti dosahu.

B<sub>0</sub> = Bez pohybu těla.

P<sub>1</sub> = Odložit klíč.

A<sub>0</sub> = Bez návratu.

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

Použití nástroje												Umístění nástroje P							
C Dělit												S Povrchová úprava		M Měření		R Zaznamenání		T Myšlení	
index x10	Kroužit / Ohnout	Odštipnout	Ustříhnout	Řezat	Čistit vzduchem	Čistit kartáčem	Otrít	Měřit	Psát	Značit	Kontrolovat	Čist	index x10						
	kleště	nůžky	nůž	Získat Nesimo	kartáč	hadřík	měřicí pomůcky	tužka	značkováč	oči, prsty	oči								
	drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m <sup>2</sup> )	sq.ft.(0,1m <sup>2</sup> )	sq.ft.(0,1m <sup>2</sup> )	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	znaky, samostat. slova	slovní text						
1	stisk	1	-	-	-	-		1	-	Odřezání	1	1	3						
3	měkký	2	1	-	-	1/2		2	-	1 Linka	3	3	8						
6	kroužit, ohnout smyčku	střední	4	-	Místo 1 duřina, bod	1 máj objekt		4	1	2	5	6	15						
10	tvrdý	7	3	-	-	1	profilový kalibr	6	-	3	9	12	24						
16	ohnout - závlačka	11	4	3	2	2	Pevná stupnice posuv.měřítka 12 in (30cm)	9	2	5			38						
24		15	6	4	3	-	Listkový spárometr	13	3	7			54						
32		20	9	7	5	5	Obel.měř.pásmo 6 ft (2m) Hloubkový mikrometr	18	4	10			72						
42		27	11	10	7	7	Vnější - Mikrometr 4 in (10cm)	23	5	13			94						
54		33					Vnitřní - Mikrometr 4 in (10cm)	29	7	16			119						

Obrázek 4-10: Indexy parametrů pro použití nástrojů

### 4.3.3 Jednotky času

Časové jednotky používané v systému MOST jsou identické s těmi, které používá základní MTM systém. Jsou založeny na hodinách a částech hodin nazvaných jednotky času TMU (Time Measurement Units). Platí: **1 TMU = 0,00001 h = 0,0006 min = 0,036 s**

Pro každý sekvenční model se časová hodnota TMU vypočítá sečtením indexů a vynásobením této sumy číslem 10. Ve výše uvedeném příkladu všeobecné pohybové sekvence byl tedy čas:

$$(6 + 6 + 1 + 1 + 0 + 3 + 0) \times 10 = 170 \text{ TMU}$$

což je čas přibližně 0,102 min., tedy 6,1 s.

Časové hodnoty pro další dva příklady jsou vypočítány podobným způsobem. Pro řízenou pohybovou sekvenci platí:

$$(1 + 0 + 1 + 1 + 10 + 0 + 0) \times 10 = 130 \text{ TMU}$$

$$130 \text{ TMU} = 0,08 \text{ min.} = 4,7 \text{ s}$$

A pro pohybovou sekvenci při použití nástroje je hodnota času následující:

$$(1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 3 + 10 + 1 + 0 + 1 + 0) \times 10 = 180 \text{ TMU}$$

$$180 \text{ TMU} = 0,108 \text{ min.} = 6,5 \text{ s}$$

Všechny časové hodnoty stanovené metodou MOST odrážejí rychlost průměrně kvalifikované obsluhy, náležitě instruované a pracující normální rychlostí. Tento čas označujeme jako stoprocentní výkon. Proto není při použití metody MOST nezbytné výsledné časové hodnoty dále přizpůsobovat. To znamená, že by norma času stanovená metodou MOST měla být shodná nebo téměř shodná s hodnotami z jiných metod, jako je MTM nebo časové studie s využitím stopkek, jestliže jsou dodržena všechna omezení.

Analýza operace sestává ze série sekvenčních modelů popisujících pohyb objektů vykonávajících operaci. Celkový čas kompletní MOST analýzy je dán sečtením časů vypočtených z jednotlivých sekvencí. Výsledný operační čas může být ponechán v jednotkách TMU nebo může být převeden na hodiny, minuty a sekundy. Opakuji, že tento čas odráží čistý pracovní obsah při stoprocentním výkonu. Finální podoba normy času bude zahrnovat časové přídávky, které zahrnují PRD: osobní čas (P=Personal), odpočinek a vyčerpání (R = rest) a nevyhnutelné časové ztráty (D=Delays). Proto, když je normální čas TMU = 1 hodina a předpokládaný časový přídavek PRD je 15 %, pak konečná norma času bude 1,15 hod.

### 4.3.4 Použití metody MOST

Metoda most byla navržena proto, aby byla podstatně rychlejší než jiné techniky měření produktivity práce. Díky více intuitivním možnostem použití je čas potřebný k analýze 1 hodiny práce metodou MOST jen zhruba 10 hodin (MTM-1 vyžaduje 300 až 400 hodin analýzy na hodinu práce).

### Citlivost metody

MOST je citlivou metodou. Tento rys je velmi účinný v hodnocení alternativních metod vykonávání operací vzhledem k času a ceně. MOST analýza je tedy ekonomičtější a méně náročná oproti jiným metodám. Třeba následující sekvenční model všeobecného pohybu znázorňuje:

**A<sub>6</sub> B<sub>6</sub> G<sub>3</sub> A<sub>10</sub> B<sub>0</sub> P<sub>3</sub> A<sub>0</sub> .....280 TMU**

pohyb těžkého (10 kg) předmětu z palety ležící na zemi k ponku se sehnutím (B<sub>6</sub>) a chůzí (A<sub>6</sub>, A<sub>10</sub>). Vysoké hodnoty indexů ukazují, že tato práce je neúčinná a ergonomicky nepřijatelná (zvláště při častém opakování) a proto je požadována racionalizace pracoviště. Posun předmětu bude účinnější s menší únavou po instalaci válečkového dopravníku k ponku:

**A<sub>3</sub> B<sub>0</sub> G<sub>3</sub> M<sub>6</sub> X<sub>0</sub> I<sub>0</sub> A<sub>0</sub> .....120 TMU**

Skutečnost, že MOST je citlivá metoda, velmi zvyšuje její hodnotu jako prostředku pro měření produktivity práce.

### Dokumentace

Jedním z nejtěživějších problémů ve vývojovém procesu při stanovení norem času je objem papírování vyžadovaného nejpoužívanějšími metodami pro stanovení předem určených časů. Příklady ukázaly, že detailnější systémy požadují mezi 40 a 100 stránkami dokumentace, MOST vyžaduje daleko méně (asi jen 5 stránek). Například analýza montáže karburátoru (doba trvání přibližně 3 minuty) byla provedena pomocí MTM-1 na 16 stránek, MTM-2 na 9 stránek, zatímco pro MOST analýzu postačila necelá 1 stránka. Podstatně zmenšené papírování umožňuje analytikům provádět kompletní studie rychleji a mnohem snadněji a častěji aktualizovat normy. Zredukování dokumentace přitom nevede při použití MOST k nedostatečné definici metody práce použité pro splnění úkolu. Naopak, tato dokumentace vygenerovaná metodou MOST je jasná a stručná.

### Použitelnost

V jakých situacích může být použita metoda MOST? Protože manuální práce obvykle zahrnuje střídání nějakých cyklů od jednoho k dalšímu, metoda MOST může se svými statisticky stanovenými časy produkovat celkové časy srovnatelné s mnohem podrobnějšími metodami pro většinu ručních operací. Proto je metoda MOST vhodná pro každou manuální práci, která obsahuje střídání z jednoho cyklu k dalšímu bez ohledu na délku cyklu. BasicMOST by neměl být použit v situacích, kde se nachází krátký cyklus (obvykle do 10 s) a je opakován periodicky po určitou dobu. Pro tyto situace je vhodný více detailní MiniMOST systém. Tento systém byl vyvinut speciálně pro krátké a často opakované cykly. Na druhém konci spektra se nachází MaxiMOST systém, který byl vyvinutý pro měření dlouhých cyklů (2 minuty a více), tedy pro neopakované operace jako složitá montáž, údržba a seřízení stroje.

### 4.3.5 Druhy MOST systému

K systému BasicMOST navíc patří několik dalších MOST systému, které byly vyvinuty vždy pro určité konkrétní užití: MiniMOST a MaxiMOST.

#### a) MiniMOST

MiniMOST je systém pro měření produktivity práce vyvinutý pro takové operace, které jsou kratičké (2 až 10 s), identické a často opakované. MiniMOST obsahuje 2 sekvenční modely:

- Všeobecný pohyb: **A B G A B P A**
- Řízený pohyb: **A B G M X I A**

Tyto dva sekvenční modely jsou identické se dvěma základními sekvenčními modely ze systému BasicMOST. Je zde ovšem několik rozdílů – násobitel pro hodnotu indexů je číslo 1. Jestliže je tedy součet indexů např. 64, je i hodnota jednotky času TMU rovna 64. Dalším rozdílem od BasicMOST je, že vzdálenosti se zde měří v centimetrech. Aplikační rychlost je oproti BasicMOST větší (25 h analýzy na 1 h práce).

#### b) MaxiMOST

MaxiMOST byl vyvinutý pro dlouhé a neopakované operace, kde není potřeba velká detailnost, přesnost je tím omezená minimálně. MaxiMOST sestává z pěti sekvenčních modelů. Indexy se zde násobí číslem 100:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| • Manipulace se součásti                     | A B P           |
| • Použití nástrojů nebo speciálního vybavení | A B T           |
| • Strojní obsluha                            | A B M           |
| • Doprava jeřábem                            | A T K T P T A   |
| • Doprava silničním vozidlem (kamion...)     | A S T L T L T A |

MaxiMOST má rychlost použití mezi 3 až 5 hodinami na 1 hodinu analyzované operace. Je to proto velmi ekonomická technika pro použití ve velkém množství případů, kde není nutná přílišná detailnost. Doporučuje se použít MaxiMOST pro cykly, jejichž délka trvání je 2 minuty a déle.

### 4.3.6 Forma kalkulace

Standardní kalkulační list systému MOST by měl být použitelný pro všechny druhy činností, které lze touto metodou analyzovat. Tento kalkulační formulář se skládá ze 4 částí:

1. Hlavička identifikující měřenou činnost a místo, kde je tato činnost vykonávána.
2. Metoda postupných kroků činnosti (levá část listu).
3. Předtištěné 3 skupiny sekvenčních modelů: všeobecný pohyb, řízený pohyb a použití nástrojů.
4. Pole pro časovou hodnotu či normu času pro danou činnost (spodní část).

Pozn.: Do formuláře lze také zapsat faktor četnosti jednotlivých činností – sloupec frekvence. Jeden list kalkulační formuláře MOST postačí obyčejně pro analýzu činností v celkové době trvání asi 1 minutu.

Kalkulační formulář pro BasicMOST si popíšeme na následujícím obrázku. Jsou zde vytvořeny 3 podobné činnosti, na kterých bude popsán význam čísel uvedených v jednotlivých políčkách. Začneme nejjednodušší první činností. Zde operátor pouze vezme z krabičky 1 šroubek a vloží ho do pytlíčku. Sekvenčním modelem této činnosti je obecné přemístění a číselné hodnoty u jednotlivých parametrů mají následující význam:

- A1 – Operátor provádí činnost v dosahu svých rukou,
- B0 – operátor během činnosti neprovádí žádný pohyb tělem,
- G3 – operátor uchopí 1 šroubek z krabičky (šroubky jsou v krabičce promíchány),
- P1 – operátor upustí šroubek do pytlíčku.

Tuto činnost provádí operátor pouze jednou, proto je ve sloupci frekvence číslo 1.

Druhá činnost je podobná, ovšem operátor zde vloží do pytlíčku 5 šroubků a to tak, že vždy sáhne do krabičky a uchopí pouze 1 šroubek. Tudíž je zde zapsána totožná sekvence jako v prvním případě, ovšem ve sloupci frekvence je uvedeno číslo 5.

Při třetí činnosti operátor opět vkládá do pytlíčku 5 šroubků, tentokrát ovšem sáhne do krabičky a uchopí všech 5 šroubků najednou, najednou je také přemístí k pytlíčku i upustí. Frekvence této činnosti je potom 1, ale uchopení 5 šroubků znázorňuje označení parametru G, které je zde G3<sub>5</sub>, kdy 3 znamená uchopení šroubku, který je promíchán s ostatními a parametr 5 značí, že tato dílčí činnost je prováděna operátorem 5 krát.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		<b>BasicMOST</b>								Počet listů:	1
										List číslo:	1
<b>Název operace:</b>		Vkládání šroubků do pytlíku						<b>TMU z předcházejícího listu:</b>			
<b>Označení linky:</b>								0			
<b>Poznámky:</b>											
Čís.	Popis operace	Sekvenční model								Frekvence	TMU
1	Operátor vezme z krabičky 1 šroubek a vloží ho do pytlíku	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 1	A 0	1	60	
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			B
2	Operátor vezme z krabičky 5 šroubků a vloží je do pytlíku	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 1	A 0	5	300	
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			B
3	Operátor vezme z krabičky 5 šroubků a vloží je do pytlíku	A 1	B 0	G 3 <sub>5</sub>	A 1	B 0	P 1	A 0	1	180	
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			B
		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			
<b>Celková spotřeba času:</b>								19,44		540	
		minut						sekund		TMU	

Obrázek 4-11: Ukázka kalkulačního formuláře BasicMOST

#### 4.4 Porovnání MTM a MOST

Porovnání těchto dvou metod je možné z několika hledisek:

- z hlediska obtížnosti,
- z hlediska potřeby času,
- z hlediska detailnosti,
- z hlediska rozsahu dokumentace,
- z hlediska rozšíření a dostupnosti informací o metodě.

Jednoznačně rozšířenější metodou je v dnešní době MTM, což je její hlavní výhodou oproti MOSTu. Další výhodou MTM je větší detailnost zápisu pohybů, kdy u MTM jsou tyto základní pohyby již dále v podstatě nedělitelné. Další hlediska již hrají ve prospěch systému MOST. Tato metoda je snadno pochopitelná a není příliš obtížné se jí naučit používat. Když přihlédneme k rozsahu dokumentace, tak rozdíl mezi jednotlivými metodami je zobrazen v následující tabulce:

Technika měření práce	Celkový počet stran dokumentace při analýze 3-minutové operace
MTM-1	16
MTM-2	10
MTM-3	8
MiniMOST	2
BasicMOST	1
MaxiMOST	0,5

Tabulka 4-4: Porovnání spotřeby dokumentace při použití metody MTM a systému MOST

Posledním hlediskem porovnání těchto dvou metod je spotřeba času analytika, která je mnohem menší u systému MOST, jak je vidět v tabulce:

Technika měření práce	Celkový počet TMU, které vyprodukuje analytik za 1 hodinu
MTM-1	300
MTM-2	1000
MTM-3	3000
MiniMOST	4000
BasicMOST	12000
MaxiMOST	25000

Tabulka 4-5: Porovnání spotřeby času při použití metody MTM a systému MOST

## 5. Aplikace metod předem stanovených časů MTM-1 a BasicMOST v podniku Daikin Industries Czech Republic, s.r.o.

### 5.10 společnosti Daikin Industries Czech Republic, s.r.o.



Obrázek 5-1: Logo společnosti Daikin Industries Czech republic, s.r.o. [14]

#### Základní charakteristika společnosti Daikin Industries Czech Republic, s.r.o.:

- **Název společnosti:** Daikin Industries Czech Republic s.r.o.
- **Sídlo společnosti:** U Nové Hospody 1/1155, 301 00 Plzeň
- **IČ:** 26357895
- **DIČ:** CZ26357895
- **Jednatel:** Takayuki Fujii
- **Základní kapitál:** 1,860 mil. CZK
- **Společníci:** Daikin Industries Ltd. (Japonsko) 50%  
Daikin Europe N.V. (Belgie) 50%
- **Založení společnosti:** květen 2003
- **Začátek výroby:** září 2004
- **Rozloha:** 117 000 m<sup>2</sup>
- **Produkty:** Pokojové klimatizační jednotky

#### Historie společnosti Daikin

Historie společnosti Daikin sahá až do roku 1924, kdy byla založena p. Akirem Yamadou v Japonsku. V roce 1972 bylo založeno hlavní sídlo DENV v Evropě v belgickém Ostende, kde se vyrábí klimatizační jednotky pro komerční a průmyslové využití. Zde je také centrála a sklad, kam putují vyrobené klimatizační jednotky z DICz. Výrobní závod Daikin v Plzni je tak finančně a technicky propojen se svými mateřskými společnostmi, kterými jsou japonský Daikin Industries Ltd. a belgická evropská centrála společnosti Daikin Europe N.V. (DENV). V současné době se po celém světě nachází 19 továren.

Česká republika, a zejména Plzeň, byla vybrána pro výstavbu nového závodu díky své atraktivní poloze blízko hranic s Německem, rychlému napojení na dálniční síť zásobující jižní Evropu a také díky velkému potenciálu kvalitní pracovní síly v regionu, a zejména i technickým fakultám na Západočeské univerzitě. V České republice se nachází ještě jedna továrna v Brně, kde se vyrábí kompresory. V Praze se nachází obchodní sídlo společnosti Daikin pro Českou republiku. [14]





Obrázek 5-2: Daikin Industries Czech Republic, s.r.o. v Plzni

## 5.2 Produkty

Hlavním produktem společnosti Daikin je výroba klimatizačních jednotek (80,8%). Jedním z rozdílů mezi společností Daikin a jejími konkurenty je v tom, že Daikin je jediná společnost podnikající v oblasti klimatizací, která si vyrábí svá vlastní chladiva a kompresory.



Mezi další produkty společnosti Daikin patří výroba chemikálií (13,7%). Jedná se zejména o chemikálie pro jiné druhy výrobků doplňujících produktovou řadu klimatizací – např. jiný druh chladiv či chladících olejů.

Zbytek výrobní činnosti společnosti zabírají ostatní produkty, mezi které řadíme díly do letadel, CAD/CAM systémy či grafické systémy do počítačů.[16]

Obrázek 5-3: Činnosti společnosti Daikin [16]

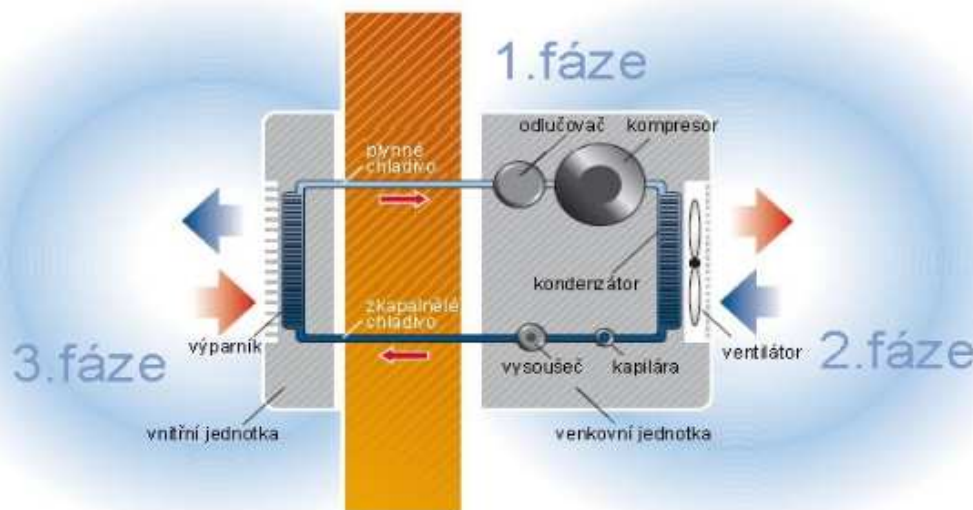
### Princip klimatizace

Nejsnazším vysvětlením funkce klimatizace je princip chladničky. Chladnička odnímá teplo potravinám a to následně uvolňuje do místnosti (nejčastěji černým žebrováním na zadní straně). Jednoduše z jednoho prostoru teplo odebírá a do druhého jej předává. Klimatizace dělá to samé - představte si, že váš pokoj je chladničkou a venkovní jednotka předává na balkoně teplo do okolí. [15]

#### Fyzikální proces klimatizace

Fyzikální princip v klimatizaci je složený z více procesů za sebou. Základní etapy jsou stlačování par chladiva, kondenzace vysokotlakého plynu na kapalinu (ochlazením), transport

kapaliny pod tlakem do vnitřní jednotky, expanzi do oblasti s nižším tlakem (přes kapiláru, expanzní ventil) spojené s odpařováním, tj. přeměně kapaliny na plyn (ohřívání, přejímá teplo z prostoru). A pak jsou páry chladiva opět nasávány do kompresoru a stlačovány. [15]



Obrázek 5-4: Princip klimatizace [15]

### 1. fáze – komprese

Kompresor nasává chladivo v podobě par a pod vysokým tlakem tyto páry stlačuje. Páry se při kompresi rovněž stlačováním zahřívají. [15]

### 2. fáze – kondenzace (předávání tepla)

Vysoce stlačené páry chladiva se v kondenzátoru intenzivně ochlazují a tím dochází k jejich kondenzaci, přičemž se uvolňuje energie nejen stlačení, ale hlavně energie změny skupenství látek (obdobně vodní pára při ohřívání předmětů, například pokličky, chladne a sráží se na vodu – proces chladiva je obdobný, jen probíhá při nižší teplotě (cca 20-55°C). Zkondenzované chladivo v podobě kapaliny je transportováno do místa určení. [15]

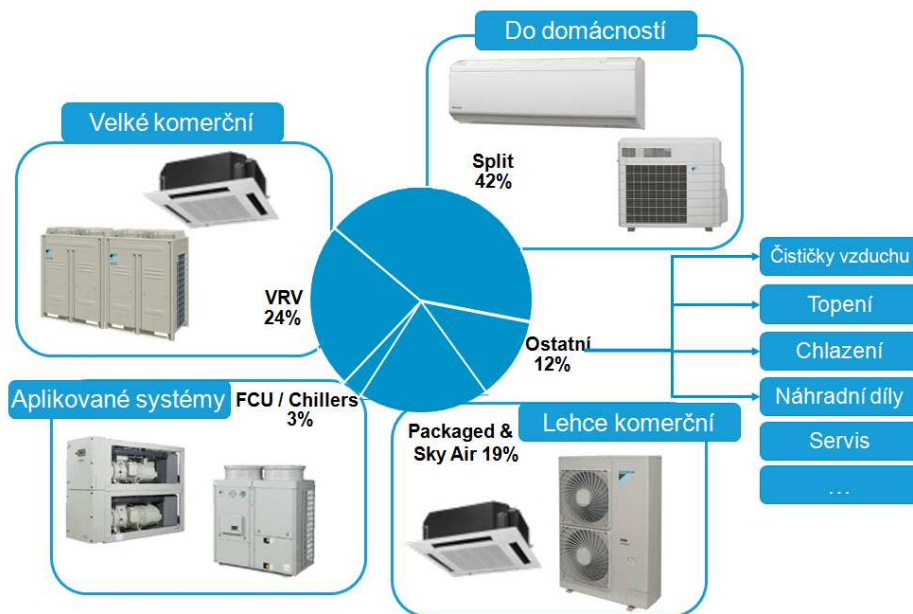
### 3. fáze – expanze (přijímání tepla)

Chladivo v podobě kapaliny proudí k rozstříkovacímu ventilu nebo kapiláře, které slouží díky malému otvoru jako „zúžený“ prostor nejkuli tryska. Průchodem přes rozstříkovací ventil se zařízení dostane do oblasti, kde je nižší tlak a vyšší teplota (výparník s pokojovou teplotou) a kapičky chladiva se tím pádem intenzivně odpařují (obdoba varu vody při 100°C s nutností dodávat teplo vařičem – zde proces probíhá při teplotě okolo 6°C a chladivo si teplo odebírá samo ve výparníku, který se intenzivně ochlazuje). Proud vzduchu procházející výparníkem se tím pádem o výparník velmi intenzivně chladí. [15]

### 1. fáze – komprese

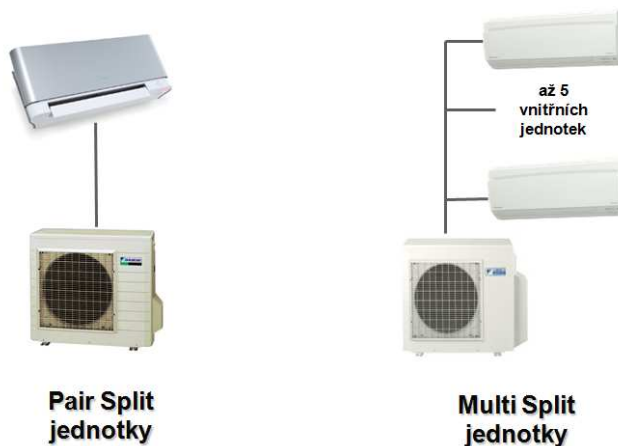
Ohřátý plyn proudí zpět ke kompresoru, kde dochází k opětovné kompresi a celý cyklus se opakuje. [15]

Daikin nabízí širokou škálu produktů na trhu (obr. 5/5). Split jednotky zásobují rezidenční trh, Sky-air, Packaged a VRV jednotky zásobují komerční trh, obchody, restaurace, kanceláře. VRV jednotky jsou jednotky s proměnlivým množstvím chladiva a vyrábí se nejvíce v Belgii. Packaged a Sky Air jednotky jsou využívány menšími obchody. Aplikované systémy jsou největší a nejsilnější, používají se například na zimních stadionech.



Obrázek 5-5: Portfolio společnosti Daikin [16]

V plzeňské továrně společnosti Daikin jsou vyráběny Split jednotky pro evropský trh (obr. 5/6). Tyto jednotky jsou rozděleny do dvou řad: Pair a Multi split jednotky. Multi Split vnější jednotka může být připojena až na 5 vnitřních jednotek.

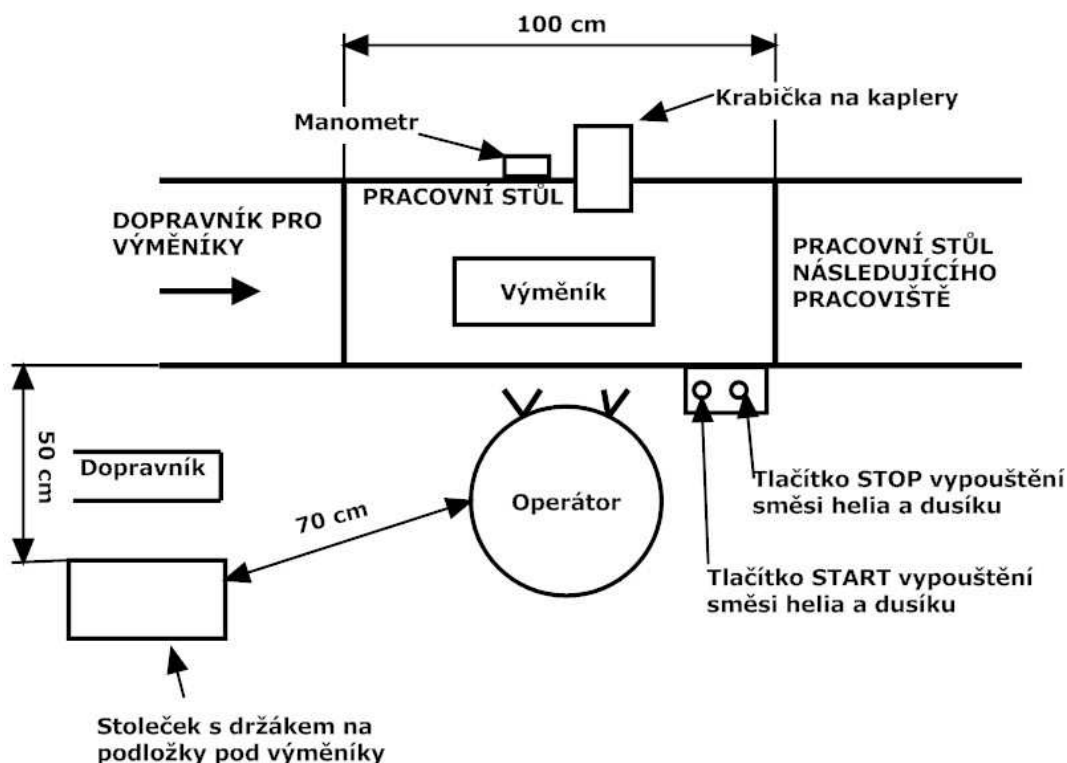


Obrázek 5-6: Typy výrobků ve společnosti Daikin Industries Czech Republic, s.r.o. [16]

Seznámení se společností Daikin Industries Czech Republic, s.r.o. bylo zpracováno na základě [14] a [16].

### 5.3 Pracoviště č. 1 – Vypuštění směsi helia a dusíku

Pracoviště, na němž se provádí vypouštění směsi helia a dusíku z výměníku, se nachází na lince s označením F2. Na této lince jsou montovány vnitřní jednotky klimatizací s označením GSI. Vypuštění směsi helia a dusíku je na této lince v pořadí 13. procesem. Linka začíná kompletací výměníků a pájením trubek, které jimi procházejí. Před analyzovaným pracovištěm se nachází kontrola těsnosti, kdy jsou trubky výměníku napuštěny směsí helia a dusíku a operátoři pomocí speciálních sond kontrolují, zda tato směs plynů nikde neuniká. Poté výměník putuje k pracovišti, kde se napuštěná směs helia a dusíku z výměníku vypustí. Dále již následuje samotná montáž jednotky až do finální podoby a nakonec se koncový výrobek zabalí do kartonové krabice a posílá se dopravníkem do skladu hotových výrobků. Linka F2 pracuje s taktem 32 sekund.



Obrázek 5-7: Schéma pracoviště, na němž probíhá operace vypuštění směsi helia a dusíku

#### 5.3.1 Popis operace – Vypuštění směsi helia a dusíku

Operátor vezme výměník z dopravníku a položí jej na svůj pracovní stůl. Pod výměníkem je na dopravníku ještě ochranná podložka, tu operátor vezme a vloží do držáku na tyto podložky. Do držáku se vejdou 2 podložky, když je plný, operátor jej dá na malý dopravník, po kterém podložky putují před předchozí pracoviště. Na druhém malém dopravníku má tyto držáky na podložky prázdné, připravené k použití. Na trubkách výměníku jsou našroubovány kaplery (z angl. coupler = přípojka, rychlospojka), na malý kapler operátor nasadí pistolí pro vypouštění směsi helia a dusíku, zkontroluje ručičku manometru, která musí ukázat tlak 40 barů. Je-li vše v pořádku, stiskne tlačítko START pro vypouštění směsi plynů z trubek výměníku. Když klesne ručička manometru na nulu, operátor zmáčkne tlačítko FINISH pro ukončení vypouštění. Poté operátor sundá pistolí z malého kapleru, oba kaplery



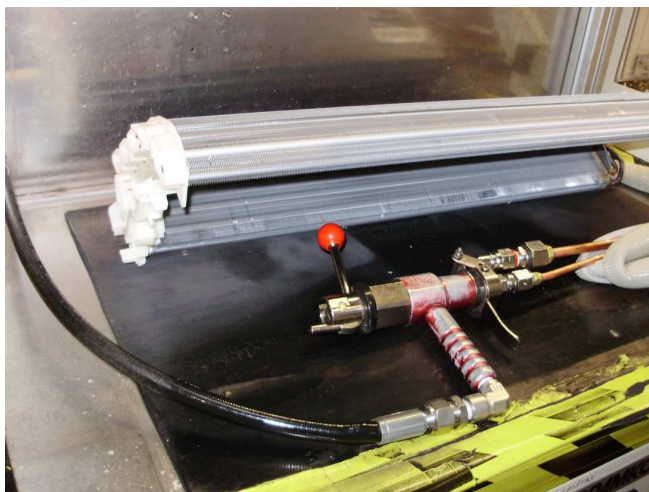
povolí pomocí klíče a rukou sešroubuje. Kaplery vloží do krabičky, do které se jich vejde 10. Je-li krabička plná, postupuje stejně jako s plným držákem na podložky a posílá ji po malém dopravníku zpět před předchozí pracoviště a použije prázdnou krabičku. Nakonec operátor přendá výměník na další pracoviště.



Obrázek 5-8: Pracoviště, na němž probíhá vypuštění směsi helia a dusíku z výměníku



Obrázek 5-9: Výměna plné krabičky s kaplery za prázdnou




Obrázek 5-10: Pistole pro vypuštění směsi helia a dusíku nasazená na kapler



Obrázek 5-11: Povolení kapleru klíčem

### 5.3.2 Analýza procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodou MTM

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodou MTM.

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Název operace:			Vypuštění směsi helia a dusíku z výměníku		
	Název výrobku:			Výměník jednotky GSI		
popis, levá ruka	četnost pohybů	symbol	TMU	symbol	četnost pohybů	popis, pravá ruka
Sáhnout pro výměník do vzdálenosti 50 cm	1	R50A	13,0	R50A	1	Sáhnout pro výměník do vzdálenosti 50 cm
Uchopit výměník	1	G1A	2,0	G1A	1	Uchopit výměník
Přemístit výměník o 60 cm na stůl	1	M60B	20,4	M60B	1	Přemístit výměník o 60 cm na stůl
Pustit výměník	1	RL1	2,0	RL1	1	Pustit výměník
Sáhnout 50 cm pro podložku	1	R50A	13,0			
Uchopit podložku	1	G1A	2,0			
Úkrok stranou	1	SS60C2	34,0	SS60C2	1	Úkrok stranou
Otočit se o 90°	1	TB90C1	18,6	TB90C1	1	Otočit se o 90°
Dát podložku 60 cm od těla do držáku	1	M60C	25,2			
Pustit podložku	1	RL1	2,0			
Sáhnout k držáku 30 cm	0,5	R30A	4,8	R30A	0,5	Sáhnout k držáku 30 cm
Uchopit držák	0,5	G5	0,0	G5	0,5	Uchopit držák
Přemístit držák na dopravník 25 cm	0,5	M30B	6,7	M30B	0,5	Přemístit držák na dopravník 25 cm
Pustit držák	0,5	RL2	0,0	RL2	0,5	Pustit držák
			5,6	R40A	0,5	Sáhnout 40 cm pro prázdný držák
			1,0	G1A	0,5	Uchopit držák
			7,8	M40B	0,5	Přemístit držák na stoleček 40 cm
			1,0	RL1	0,5	Pustit držák
Ruka zpět k tělu	1	R30E	11,7	R30E	1	Ruka zpět k tělu
Otočit se o 90°	1	TB90C1	18,6	TB90C1	1	Otočit se o 90°
Úkrok stranou	1	SS60C2	34,0	SS60C2	1	Úkrok stranou
Sáhnout k výměníku 30 cm	1	R30A	9,5	R30A	1	Sáhnout k výměníku 30 cm

			2,0	G1A	1	Uchopit výměník
			4,1	M6A	1	Přizvednout výměník o 6 cm
Uchopit izolaci	1	G1A	2,0			
Ohrnout izolaci přes trubky o 26 cm	1	M26B	12,3			
Pustit izolaci	1	RL1	2,0			
			4,1	M6A	1	Položit výměník 6 cm
			2,0	RL1	1	Pustit výměník
Sáhnout k pistoli 10 cm	1	R10B	6,3			
Uchopit pistoli	1	G1A	2,0			
Přesunout pistoli ke kapleru	1	M12C	8,8			
Nasadit pistoli na kapler	1	P2SE	16,2			
Pustit pistoli	1	RL1	2,0			
Sáhnout 12 cm k zajišťovací páce pistole	1	R12A	6,4			
Uchopit zajišťovací páku	1	G1A	2,0			
Zajistit pistoli	1	M10B	6,8			
Pustit zajišťovací páku	1	RL1	2,0			
Pohled na manometr	1	ET	15,2	ET	1	Pohled na manometr
Zaostřit na manometr	1	EF	7,3	EF	1	Zaostřit na manometr
			12,8	R30B	1	Sáhnout k tlačítku START 30 cm
			10,6	APA	1	Stisknout tlačítko START
Vypouštění směsi plynů 1,9 s	1		52,8		1	Vypouštění směsi plynů 1,9 s
			10,6	APA	1	Zmáčknout tlačítko FINISH
Sáhnout k zajišťovací páce pistole 30 cm	1	R30A	9,5	R30A	1	Sáhnout k trubkám 30 cm
Uchopit zajišťovací páku	1	G1A	2,0	G1A	1	Uchopit trubky
Odjistit pistoli	1	M10B	6,8			

Pustit zajišťovací páku	1	RL1	2,0			
Sáhnout k pistoli 12 cm	1	R12A	6,4			
Uchopit pistoli	1	G1A	2,0			
Sundat pistoli z kapleru	1	D1E	4,0			
Položit pistoli na stůl	1	M10A	6,0			
Pustit pistoli	1	RL1	2,0			
Sáhnout pro klíč 50 cm	1	R50B	18,4			
Uchopit klíč	1	G1A	2,0			
Přesunout klíč ke kapleru 50 cm	1	M50C	21,8			
Nasadit klíč na kapler	2	P2SSE	39,4			
Povolit kapler	2	M6B	10,0			
Sundat klíč	2	D1E	8,0			
Přemístit klíč ke druhému kapleru	1	M4C	4,5			
Vrátit klíč na místo 50 cm	1	M50B	18,0			
Pustit klíč	1	RL1	2,0			
Sáhnout ke kaplerům 50 cm	1	R50A	13,0			
Přitlačit na kaplery dlaní	1	APA	10,6			
Povolení obou kaplerů současně	2	M35B	29,0			
Přehmátnutí	1	R35E	12,9			
			2,0	RL1	1	Pustit trubky
Sáhnout ke kapleru 30 cm	1	R30B	12,8	R30B	1	Sáhnout ke kapleru 30 cm
Uchopit kapler	1	G1A	2,0	G1A	1	Uchopit kapler
Přemístit kapler do krabičky 50 cm	1	M50C	21,8	M50C	1	Přemístit kapler do krabičky 50 cm
Kapler otočí špičkou nahoru	1	G2	5,6	G2	1	Kapler otočí špičkou nahoru
Pustit kapler	1	RL1	2,0	RL1	1	Pustit kapler




Sáhnout ke krabičce s kaplerama 10 cm	0,2	R10B	1,2			
Uchopit krabičku	0,2	G1A	0,4			
Přesunout krabičku k tělu 24 cm	0,2	M24A	2,1			
Úkrok stranou	0,2	SS60C2	6,8	SS60C2	0,2	Úkrok stranou
Otočit se o 90°	0,2	TB90C1	3,7	TB90C1	0,2	Otočit se o 90°
Přemístit krabičku na dopravník 30 cm	0,2	M30C	3,0			
Pustit krabičku	0,2	RL1	0,4			
Sáhnout 50 cm pro prázdnou krabičku	0,2	R50B	3,7			
Uchopit krabičku	0,2	G1A	0,4			
Úkrok stranou	0,2	SS60C2	6,8	SS60C2	0,2	Úkrok stranou
Otočit se o 90°	0,2	TB90C1	3,7	TB90C1	0,2	Otočit se o 90°
Přesunout krabičku na místo 50 cm	0,2	M50B	3,6			
Pustit krabičku	0,2	RL1	0,4			
Sáhnout k výměníku 50 cm	1	R50B	18,4	R50B	1	Sáhnout k výměníku 50 cm
Uchopit výměník	1	G1A	2,0	G1A	1	Uchopit výměník
Přemístit výměník na další pracoviště 50 cm	1	M50C	21,8	M50C	1	Přemístit výměník na další pracoviště 50 cm
Pustit výměník	1	RL1	2,0	RL1	1	Pustit výměník
Ruka zpět k tělu 50 cm	1	R50E	16,5	R50E	1	Ruka zpět k tělu 50 cm
<b>Součty v TMU</b>			<b>796,6</b>			
<b>Přepočet v sekundách</b>			<b>28,7</b>			

Tabulka 5-1: Analýza procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodou MTM

### 5.3.3 Analýza procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodou MOST

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodou MOST.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		<b>BasicMOST</b>						Počet listů:	2	
								List číslo:	1	
Název operace:		Vypuštění směsi helia a dusíku z výměníku						TMU z předcházejícího listu:		
Označení linky:		F2						0		
Poznámky:										
Čís.	Popis operace	Sekvenční model						Frekvence	TMU	
1	Operátor vezme výměník z dopravníku a položí ho na stůl	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	1	40
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
2	Operátor vezme podložku výměníku a dá ji do držáku	A 1	B 0	G 1	A 3	B 0	P 3	A 3	1	110
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
3	Operátor vezme držák s podložkami a dá ho na dopravník	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	0,5	20
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
4	Operátor vezme prázdný držák na podložky a položí ho na stoleček	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	0,5	20
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
5	Operátor ohrne izolaci z trubek výměníku	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	1	40
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
6	Operátor nasadí pistoli na kapler	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6	A 0	1	90
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
7	Operátor zmáčkne tlačítko START pro vypuštění směsi plynů	A	B	G	A	B	P	A	1	20
		A 1	B 0	G 0	M 1	X 0	I 0	A 0		
		A	B	G	A	B	P	A		
8	Vypouštění 1,9 s	A	B	G	A	B	P	A	1	53
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
9	Operátor sundá pistoli z kapleru	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 1	A 0	1	60
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
10	Operátor povolí klíčem kaplery	A	B	G	A	B	P	A	1	140
		A	B	G	M	X	I	A		
		A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	L 1		
11	Operátor sešroubuje rukou kaplery z trubek výměníku	A	B	G	A	B	P	A	1	50
		A	B	G	M	X	I	A		
		A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 1	L 3		
12	Operátor dá kaplery do krabičky	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	A 0	1	110
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
13	Operátor dá krabičku s kaplerama na dopravník	A 1	B 0	G 1	A 3	B 0	P 1	A 0	0,2	12
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
Celková spotřeba času:								765		
		minut			sekund			TMU		

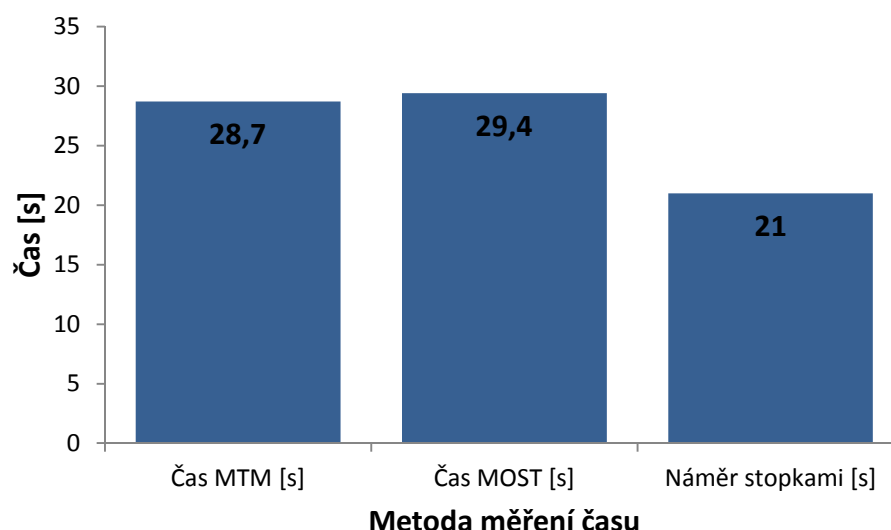
		<b>BasicMOST</b>						Počet listů:	2	
								List číslo:	2	
Název operace:	Vypuštění směsi helia a dusíku z výměníku						TMU z předcházejícího listu:			
Označení linky:	F2						765			
Poznámky:										
Čís.	Popis operace	Sekvenční model						Frekvence	TMU	
14	Operátor dá prázdnou krabíčku na kaplery nad stůl	A 1	B 0	G 1	A 3	B 0	P 1	A 0	0,2	12
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
15	Operátor přendá výměník na další pracoviště	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	1	40
		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		
Celková spotřeba času:								29,4	817	
								minut	TMU	
								sekund		

Tabulka 5-2: Analýza procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodou MOST

### 5.3.4 Porovnání výsledků analýz procesu vypuštění směsi helia a dusíku metodami MTM a MOST

Počet řádek dokumentace MTM	88
Počet řádek dokumentace MOST	15
Čas MTM [TMU]	796,6
Čas MOST [TMU]	817
Čas MTM [s]	28,7
Čas MOST [s]	29,4
Náměr stopkami [s]	21
Odchylka MTM - MOST	2,4%

Tabulka 5-3: Porovnání MTM a MOST analýzy

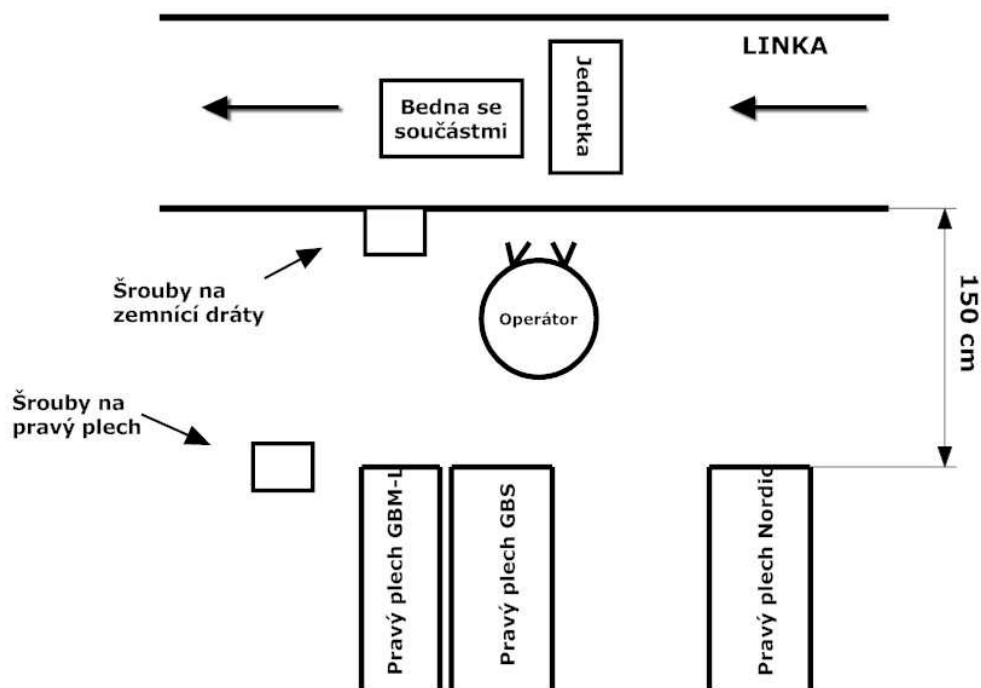


Graf 5-1: Porovnání časů trvání operace z metod MTM, MOST a náměrů stopkami

Z výsledků měření je vidět, že rozsah dokumentace je u metody MOST podle předpokladů mnohem menší než u metody MTM. Je to dáno detailností metody MTM, ovšem nemá to téměř žádný vliv na konečný výsledek, který se u této operace liší o 0,7 s, což je v procentuálním vyjádření 2,4 %. Větší rozdíl je již mezi výsledky výpočtů metodami předem stanovených časů a náměry stopkami. Tento rozdíl je přes 7 sekund a je dán především vysokým tempem pracovníka, který v době měření tuto činnost prováděl. Navíc pracovník byl schopen povolit kaplery rukou, tudíž u něj zmizela nutnost použití klíče. Tento fakt čas celkového času operace prováděné tímto pracovníkem snižuje nejvíce. Když by na jeho místě byla např. nějaká žena, která by kaplery musela povolit klíčem, čas, vypočtený metodami MTM a MOST, by odpovídal realitě.

## 5.4 Pracoviště č.2 – montáž pravého plechu

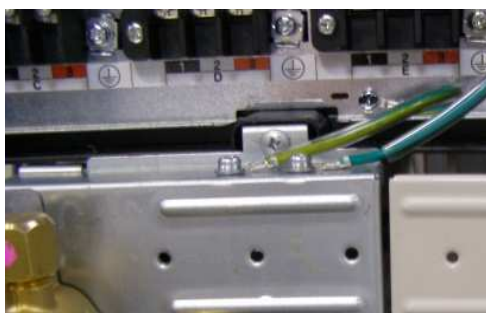
Druhá analyzovaná pozice se nachází na lince s označením R2 a operace montáž pravého plechu je na této lince v pořadí 33. Linka R2 produkuje více modelů vnějších jednotek klimatizací zároveň. V této práci jsou provedeny analýzy montáže pravého plechu pro modely GBM-L, GBS a Nordic, přičemž modely GBS a Nordic mají shodný pracovní postup. V době měření pozice pracovala linka v taktu 90 sekund, při větším množství zakázek může ale pracovat v taktu pouze 60 sekund.



Obrázek 5-12: Schéma pracoviště, kde se provádí montáž pravého plechu

### 5.4.1 Popis operace – montáž pravého plechu jednotky GBM-L

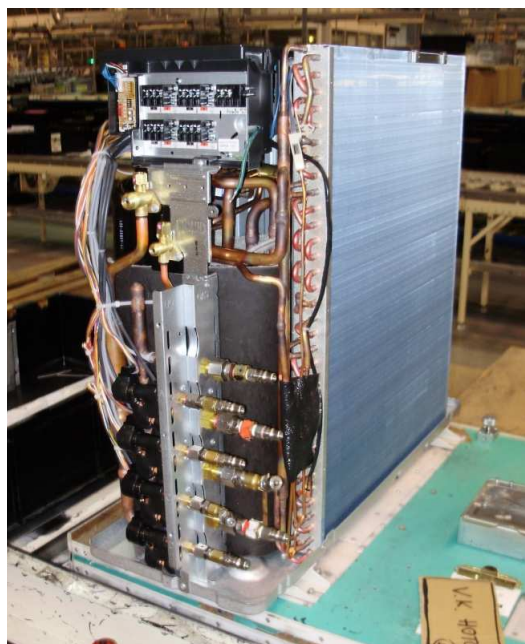
Operátor vezme z boxu pravý plech a nasadí jej na jednotku GBM-L pomocí háčků. Pak protáhne termistor zářezem v plechu a připevní ho na výměník. Následuje přišroubování plechu k jednotce pomocí 5 šroubů. Ke šroubování operátor používá pneumatický šroubovák. Po přišroubování plechu operátor přišroubuje k jednotce jinými šrouby 2 zemnicí dráty. Nakonec jednotku na otočné paletě operátor otočí o 90 stupňů.



Obrázek 5-13: Přišroubované zemnicí dráty



Obrázek 5-14: Termostat uchycený na výměníku



Obrázek 5-15: Jednotka GBM-L bez pravého plechu



Obrázek 5-16: Jednotka GBM-L s namontovaným pravým plechem

#### 5.4.2 Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBM-L metodou MTM

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBM-L metodou MTM.

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Název operace:			Montáž pravého plechu		
	Název výrobku:			Jednotka GBM-L		
popis, levá ruka	četnost pohybů	symbol	TMU	symbol	četnost pohybů	popis, pravá ruka
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Sáhnout pro plech 60 cm	1	R60B	21,2			
Uchopit plech	1	G1A	2,0			
Vyndat plech z držáku o 70 cm nahoru	1	M70B	22,8			
Přemístit plech před tělo o 40 cm	1	M40B	15,6			
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Natočit plech do správné pozice	1	M50B	18,0	M50B	1	Natočit plech do správné pozice
Přemístit plech k jednotce 30 cm	1	M30C	15,1	M30C	1	Přemístit plech k jednotce 30 cm

Zaháknout plech na jednotku pomocí 2 zubů	1	P3NSE	47,8	P3NSE	1	Zaháknout plech na jednotku pomocí 2 zubů
Pustit plech	1	RL1	2,0	RL1	1	Pustit plech
			13,0	R50A	1	Sáhnout k termistoru 50 cm
			2,0	G1A	1	Uchopit termistor
			6,9	M8C	1	Dát termistor nad drážku v plechu 8 cm
Vsadit termistor do drážky	1	APA	10,6			
			5,0	M6B	1	Dát termistor k výměníku 6 cm
			10,6	APA	1	Nasadit termistor na výměník
			2,0	RL1	1	Pustit termistor
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Sáhnout pro šroubky 40 cm	1	R40C	16,8			
Uchopit šroubky	1	G4B	9,1			
Vyndat ruku z brašny na šroubky o 26 cm	1	M26A	11,5			
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2B	1	Udělat 2 kroky
			9,5	R30A	1	Sáhnout pro šroubovák 30 cm
			2,0	G1A	1	Uchopit šroubovák
			22,1	M60A	1	Přemístit šroubovák k levé ruce
Připravit šroubek mezi prsty	5	G2	28,0			
			98,5	P2SSE	5	Spojit šroubek se šroubovákem
			75,5	M30C	5	Přemístit šroubovák k díře 30 cm
			81,0	P2SE	5	Zasunou šroubek do díry
			138,9		5	Šroubování 1 s
			46,8	M20C	4	Přemístit šroubovák k levé ruce 20 cm
			13,3	M30B	1	Dát šroubovák k tělu o 30 cm

Otočit se o 90°	1	TB90C1	37,2	TB90C1	1	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Přesunout šroubky k brašně 30 cm	1	M30B	13,3			
Upuštění šroubků	1	RL1	2,0			
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Sáhnout do boxu pro šroubky 30 cm	1	R30C	14,1			
Uchopit šroubek	2	G4C	25,8			
Přemístit šroubky ke šroubováku	1	M40C	18,5			
Přeuchopit šroubek mezi prsty	2	G2	11,2			
Nasadit šroubek na šroubovák	2	P2SSE	39,4			
			26,6	M30B	2	Přesunout šroubovák k díře 30 cm
Uchopit drát	2	G1A	4,0			
Nasadit drát na šroubek	2	P2SE	32,4			
			32,4	P2SE	2	Vsunout šroubek do díry
			55,6		2	Šroubování 1 s
			15,1	M30C	1	Přesunout šroubovák k levé ruce
			21,8	M50C	1	Přemístit šroubovák do držáku 50 cm
			2,0	RL1	1	Pustit šroubovák
Sáhnout k jednotce do vzdálenosti 50 cm	1	R50A	13,0	R50A	1	Sáhnout k jednotce do vzdálenosti 50 cm
Uchopit jednotku	1	G5	0,0	G5	1	Uchopit jednotku
Otočit jednotku o 90°	1	M60A	22,1	M60A	1	Otočit jednotku o 90°
Dát ruku zpět k tělu	1	R60E	19,0	R60E	1	Dát ruku zpět k tělu
<b>Součty v TMU</b>			<b>1519,1</b>			
<b>Přepočít v sekundách</b>			<b>54,7</b>			

Tabulka 5-4: Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBM-L metodou MTM



### 5.4.3 Analýza procesu montáže pravého zadního plechu jednotky GBM-L metodou MOST

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBM-L metodou MOST.

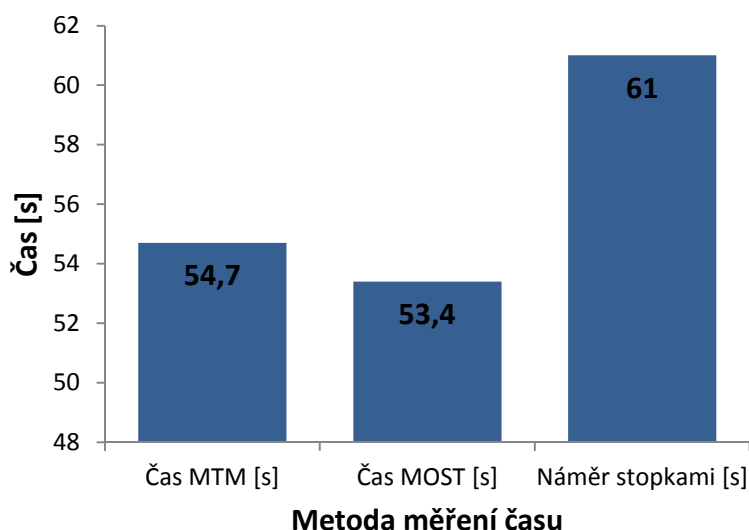
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		<b>BasicMOST</b>						Počet listů:	1	
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		<b>BasicMOST</b>						List číslo:	1	
Název operace:	Pravý plech jednotky GBM-L						TMU z předcházejícího listu:			
Označení linky:	R2							0		
Poznámky:										
Čís.	Popis operace	Sekvenční model						Frekvence	TMU	
1	Operátor vezme plech a usadí jej na jednotku	A 6	B 0	G 1	A 6	B 0	P 6	A 0	1	190
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
2	Operátor nasadí termistor na výměník	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 6	A 0	1	110
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
3	Operátor vezme do ruky šroubky	A 6	B 0	G 3	A 6	B 0	P 0	A 0	1	150
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
4	Operátor přišroubuje plech k jednotce pomocí 5 šroubků	A	B	G	A	B	P	A	1	529
		A	B	G	M	X	I	A		
		A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 5	A 1		
5	Operátor vrátí zbylé šroubky do brašny	A 0	B 0	G 0	A 6	B 0	P 1	A 6	1	130
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
6	Operátor uchopí 2 šroubky z krabičky	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 0	A 0	1	80
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
7	Operátor přišroubuje k jednotce 2 zemnicí dráty	A	B	G	A	B	P	A	1	235,6
		A	B	G	M	X	I	A		
		A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6	A 1		
8	Operátor otočí jednotku na dopravníku o 90°	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 0	A 3	1	60
		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	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	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		
Celková spotřeba času:								53,4	1484,6	
		minut						sekund	TMU	

Tabulka 5-5: Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBM-L metodou MOST

#### 5.4.4 Porovnání výsledků analýz procesu montáže pravého plechu jednotky GBM-L metodami MTM a MOST

Počet řádek dokumentace MTM	59
Počet řádek dokumentace MOST	8
Čas MTM [TMU]	1519,1
Čas MOST [TMU]	1484,6
Čas MTM [s]	54,7
Čas MOST [s]	53,4
Náměr stopkami [s]	61
Odchylka MTM - MOST	2,4%

Tabulka 5-6: Porovnání MTM a MOST analýzy



Graf 5-2: porovnání časů trvání operace z metod MTM, MOST a náměrů stopkami

U analýzy montáže pravého plechu na jednotky GBM-L metodou MTM bylo opět potřeba podstatně více řádků dokumentace (59) než u metody MOST (8). Na výsledky to téměř žádný vliv znovu nemělo, když doba provádění operace vypočtená metodou MTM je 54,7 s a doba vypočtená metodou MOST činí 53,4 s, rozdíl je tedy pouze 2,4 %. Rozdíl je pak větší mezi těmito vypočtenými hodnotami a náměry stopkami, který činí cca 7 s. Tentokrát je rozdíl dán příliš pomalým tempem operátora, jemuž občas linka „ujížděla“ i přesto, že její takt byl 90 s. Podle vedoucích pracovníků linky R2 tato linka pracuje při maximálním vytížení s taktem 60 s, což by tento pracovník nestíhal. Podle výpočtů pomocí metod MTM i MOST by toho však měl být schopen.

### 5.4.5 Popis operace – montáž pravého plechu jednotek GBS a Nordic

Modely vnějších jednotek klimatizací GBS a Nordic se zpracovávají na stejné lince (R2) jako modely GBM-L. Tyto dva modely mají na pracovišti, kde se na ně montuje pravý plech naprosto shodný pracovní postup. Od modelu GBM-L se však lehce odlišují. Nejprve operátor musí na jednotku nasadit protihlukovou izolaci. Potom provleče termistor zářezem v plechu a uchytlí jej do háčku na jednotce. Následuje nasazení a přišroubování pravého plechu, na těchto modelech se plech uchycuje pomocí 4 šroubů. Dále operátor již postupuje stejně jako u modelu GBM-L, když k jednotce přišroubuje 2 zemnicí dráty a nakonec jednotku otočí o 90° na otočném stole.



Obrázek 5-18: Jednotka GBS před montáží pravého plechu



Obrázek 5-17: Jednotka GBS s nasazenou protihlukovou izolací




Obrázek 5-19: Montáž pravého plechu na jednotku GBS



Obrázek 5-20: Zásobník pravých plechů pro jednotky GBS

### 5.4.6 Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBS a Nordic metodou MTM

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBS a Nordic metodou MTM.

 <small>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</small>	Název operace:			Montáž pravého plechu		
	Název výrobku:			Jednotka GBS, Nordic		
popis, levá ruka	četnost pohybů	symbol	TMU	symbol	četnost pohybů	popis, pravá ruka
Sáhnout pro izolaci do bedny 50 cm	1	R50B	18,4			
Uchopit izolaci	1	G1A	2,0			
Přesunout izolaci o 50 cm k druhé ruce	1	M50A	19,0			
			2,0	G1A	1	Uchopit izolaci
Přemístit izolaci k jednotce o 30 cm	1	M30C	15,1	M30C	1	Přemístit izolaci k jednotce o 30 cm
Zastrčit izolaci za držák ventilů	1	P3NSD	53,4	P3NSD	1	Zastrčit izolaci za držák ventilů
			106,8	P3NSD	2	Zastrčit naříznuté konce za trubky výměníku
			2,0	RL1	1	Pustit izolaci
			11,7	R30E	1	Ruka zpět k tělu o 30 cm
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Sáhnout pro plech 60 cm	1	R60B	21,2			
Uchopit plech	1	G1A	2,0			
Vyndat plech z držáku o 70 cm nahoru	1	M70B	22,8			
Přemístit plech před tělo o 40 cm	1	M40B	15,6			
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Natočit plech do správné pozice	1	M50B	18,0	M50B	1	Natočit plech do správné pozice
Přemístit plech k jednotce 30 cm	1	M30C	15,1	M30C	1	Přemístit plech k jednotce 30 cm
Zaháknout háčky plechu za spodní rám jednotky	1	P3NSE	47,8	P3NSE	1	Zaháknout háčky plechu za spodní rám jednotky
Pustit plech	1	RL1	2,0	RL1	1	Pustit plech
Sáhnout k hornímu háčku 35 cm	1	R35B	14,2	R35B	1	Sáhnout k hornímu háčku 35 cm
Uchopit plech u háčku	1	G1A	2,0	G1A	1	Uchopit plech u háčku
Zaháknout háček za plech výměníku	1	P2NSE	21,0	P2NSE	1	Zaháknout háček za plech výměníku


Pustit plech	1	RL1	2,0	RL1	1	Pustit plech
			6,1	R10A	1	Sáhnout k termistoru 10 cm
			2,0	G1A	1	Uchopit termistor
			6,9	M8C	1	Dát termistor nad drážku v plechu 8 cm
Vsadit termistor do drážky	1	APA	10,6			
			7,9	M10C	1	Dát termistor k očku rámu 10 cm
			16,2	APB	1	Vmáčknout termistor do očka
Dát ruku zpět k tělu o 30 cm	1	R30E	11,2	R30E	1	Dát ruku zpět k tělu o 30 cm
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Sáhnout pro šroubky 40 cm	1	R40C	16,8			
Uchopit šroubky	1	G4B	9,1			
Vyndat ruku z brašny na šroubky o 26 cm	1	M26A	11,5			
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2B	1	Udělat 2 kroky
			9,5	R30A	1	Sáhnout pro šroubovák 30 cm
			2,0	G1A	1	Uchopit šroubovák
			22,1	M60A	1	Přemístit šroubovák k levé ruce
Připravit šroubek mezi prsty	4	G2	22,4			
			78,8	P2SSE	4	Spojit šroubek se šroubovákem
			60,4	M30C	4	Přemístit šroubovák k díře 30 cm
			64,8	P2SE	4	Zasunou šroubek do díry
			111,1		4	Šroubování 1 s
			35,1	M20C	3	Přemístit šroubovák k levé ruce 20 cm
			13,3	M30B	1	Dát šroubovák k tělu o 30 cm
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°

Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Přesunout šroubky k brašně 30 cm	1	M30B	13,3			
Upuštění šroubků	1	RL1	2,0			
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Sáhnout do boxu pro šroubky 30 cm	1	R30C	14,1			
Uchopit šroubek	2	G4C	25,8			
Přemístit šroubky ke šroubováku	1	M40C	18,5			
Přeuchopit šroubek mezi prsty	2	G2	11,2			
Nasadit šroubek na šroubovák	2	P2SSE	39,4			
			26,6	M30B	2	Přesunout šroubovák k díře 30 cm
Uchopit drát	2	G1A	4,0			
Nasadit drát na šroubek	2	P2SE	32,4			
			32,4	P2SE	2	Vsunout šroubek do díry
			55,6		2	Šroubování 1 s
			15,1	M30C	1	Přesunout šroubovák k levé ruce
			21,8	M50C	1	Přemístit šroubovák do držáku 50 cm
				RL1	1	Pustit šroubovák
Sáhnout k jednotce do vzdálenosti 50 cm	1	R50A		R50A	1	Sáhnout k jednotce do vzdálenosti 50 cm
Uchopit jednotku	1	G1A		G1A	1	Uchopit jednotku
Otočit jednotku o 90°	1	M60A		M60A	1	Otočit jednotku o 90°
Dát ruku zpět k tělu	1	R60E		R60E	1	Dát ruku zpět k tělu
<b>Součty v TMU</b>			<b>1647,3</b>			
<b>Přepočet v sekundách</b>			<b>59,3</b>			

Tabulka 5-7: Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBS a Nordic metodou MTM

### 5.4.7 Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBS a Nordic metodou MOST

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu montáže pravého plechu jednotek GBS a Nordic metodou MTM.

Čís.	Popis operace	Sekvenční model							Frekvence	TMU		
		A	B	G	M	X	I	A				
 <div style="display: inline-block; margin-left: 100px;"> <h1 style="margin: 0;">BasicMOST</h1> </div> <div style="float: right; text-align: right;"> <p>Počet listů: 1 List číslo: 1</p> </div>												
Název operace:		Pravý plech jednotky GBs a Nordic					TMU z předcházejícího listu:					
Označení linky:		R2					0					
Poznámky:												
1	Operátor vezme protihlukovou izolaci a nasadí ji na jednotku	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6 <sub>2</sub>	A 0	1	150		
		A	B	G	M	X	I	A				
		A	B	G	A	B	P	A	B	P		
2	Operátor vezme plech a usadí jej na jednotku	A 6	B 0	G 1	A 6	B 0	P 6	A 0	1	190		
		A	B	G	M	X	I	A				
		A	B	G	A	B	P	A	B	P		
3	Operátor nasadí termistor na výměník	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 6	A 0	1	110		
		A	B	G	M	X	I	A				
		A	B	G	A	B	P	A	B	P		
4	Operátor vezme do ruky šroubky	A 6	B 0	G 3	A 6	B 0	P 0	A 0	1	150		
		A	B	G	M	X	I	A				
		A	B	G	A	B	P	A	B	P		
5	Operátor přišroubuje plech k jednotce pomocí 4 šroubků	A	B	G	A	B	P	A	1	431,2		
		A	B	G	M	X	I	A				
		A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6 <sub>4</sub>	1s <sub>4</sub>	A 1	B 0	P 1	A 0
6	Operátor vrátí zbylé šroubky do brašny	A 0	B 0	G 0	A 6	B 0	P 1	A 6	1	130		
		A	B	G	M	X	I	A				
		A	B	G	A	B	P	A	B	P		
7	Operátor uchopí 2 šroubky z krabičky	A 1	B 0	G 3 <sub>2</sub>	A 1	B 0	P 0	A 0	1	80		
		A	B	G	M	X	I	A				
		A	B	G	A	B	P	A	B	P		
8	Operátor přišroubuje k jednotce 2 zemnicí dráty	A	B	G	A	B	P	A	1	235,6		
		A	B	G	M	X	I	A				
		A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6 <sub>2</sub>	1s <sub>2</sub>	A 1	B 0	P 1	A 0
9	Operátor otočí jednotku na dopravníku o 90°	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 0	A 3	1	60		
		A	B	G	M	X	I	A				
		A	B	G	A	B	P	A	B	P		
		A	B	G	A	B	P	A				
		A	B	G	M	X	I	A				
		A	B	G	A	B	P	A	B	P		
		A	B	G	A	B	P	A				
		A	B	G	M	X	I	A				
		A	B	G	A	B	P	A	B	P		
Celková spotřeba času:							55,3		1536,8			
							minut		sekund			
									TMU			

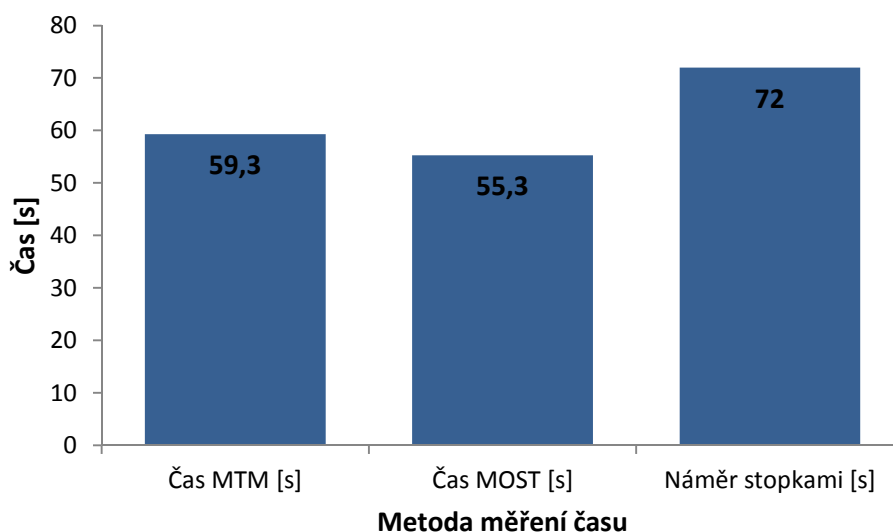
Tabulka 5-8: Analýza procesu montáže pravého plechu jednotky GBS a Nordic metodou MOST



#### 5.4.8 Porovnání výsledků analýz procesu montáže pravého zadního plechu jednotek GBS a Nordic metodami MTM a MOST

Počet řádek dokumentace MTM	70
Počet řádek dokumentace MOST	9
Čas MTM [TMU]	1647,3
Čas MOST [TMU]	1536,8
Čas MTM [s]	59,3
Čas MOST [s]	55,3
Náměr stopkami [s]	72
Odchylka MTM - MOST	7,7%

Tabulka 5-9: Porovnání MTM a MOST analýzy



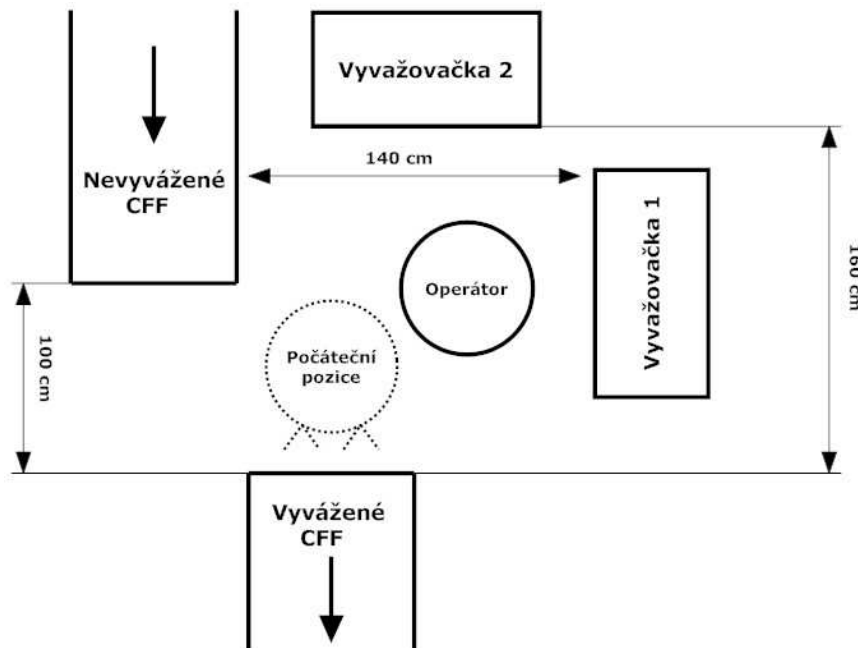
Graf 5-3: Porovnání časů trvání operace z metod MTM, MOST a náměrů stopkami

Pro analýzu montáže pravého plechu jednotek GBS a Nordic bylo potřeba 70 řádků dokumentace při použití metody MTM a 9 řádků dokumentace při použití metody MOST. Odchylka výsledných časů činí rovné 4 sekundy, což znamená, že výsledky se liší o 7,7 %. Velký rozdíl je opět mezi metodami MTM a MOST a náměry stopkami (cca 13 s), což je dáno stejně jako u jednotky GBM-L pomalým pracovním tempem operátora, který v době měření tuto operaci prováděl.

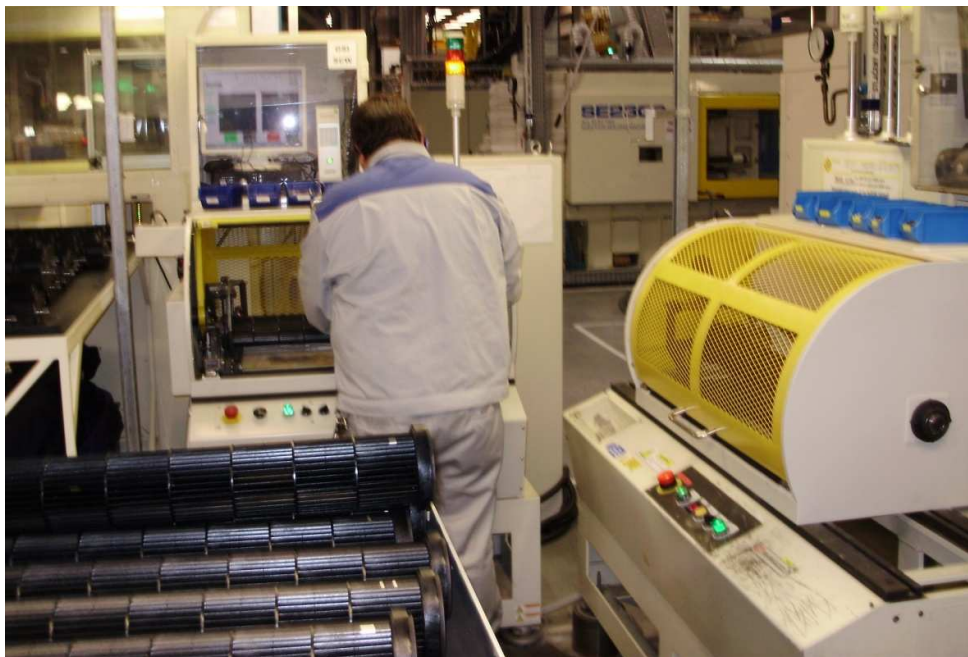


### 5.5 Pracoviště č. 3 – Vyvažování CFF pro jednotky GSI a SCW

Třetí pracoviště, kde probíhá vyvažování CFF (Cross Flow Fan, dále pouze ventilátor) pro vnitřní jednotky klimatizací GSI a SCW, se nachází na lince PT1. Ventilátor je jednou ze základních komponent jednotek klimatizací, jelikož vhání do místnosti skrz výměník vzduch (teplý či studený). Součástí tohoto pracoviště je stůl s ventilátory, které na pracoviště přicházejí, stůl s ventilátory, které z pracoviště odcházejí a 2 speciální vyvažovačky, které jsou obsluhovány jedním pracovníkem.



Obrázek 5-21: Schéma pracoviště č. 3 – Vyvažování ventilátorů (CFF)



Obrázek 5-22: Pracoviště pro vyvažování ventilátorů

### 5.5.1 Popis operace – vyvažování ventilátorů pro jednotky GSI a SCW

Operátor bere ventilátor ze stolu, vloží ho do vyvažovačky a spustí test. Okamžitě věnuje pozornost druhé vyvažovačce, kam vložil ventilátor chvilku před tím. Tuto vyvažovačku otevře a na monitoru se zobrazí, zda je potřeba dovážet obě strany ventilátoru nebo pouze jednu či není potřeba další dovážení. V tom případě se zobrazí na monitoru na pravé i levé straně nápis „OK“ v zeleném obdélníčku. Je-li potřeba dovážení, zobrazí se na příslušné straně nápis „NG“ v červeném obdélníčku. Vedle tohoto nápisu je hodnota, kterou je nutné dovážet, uváděná v gramech. Operátor tuto hodnotu přečte, ventilátor ve vyvažovačce natočí tak, aby místo, kde je ho nutné dovážet, směřovalo kolmo vzhůru. Pak vezme závaží příslušné hodnoty a uchytlí jej na žebro ventilátoru. Po dovážení jedné či obou stran operátor vyvažovačku zavře, spustí test a opět se věnuje druhé vyvažovačce. Je-li ventilátor dovážený, operátor jej vyjme z vyvažovačky a položí na stůl před další pracoviště, kde je prováděna kontrola a přilepení závaží.

Problémem u této pozice bylo, že každý ventilátor vyžaduje jiné dovážení – nějaký dovážení nepotřebuje, jiný se musí dovážovat dvakrát na obou stranách atd. Navíc při dovážování jednotlivých stran někdy stačí 1 závaží, jindy byla potřeba kombinace 2 závaží. Bylo tedy nutné zjistit na určitém počtu vzorků průměrné četnosti těchto činností, které jsem rozdělil následovně:

- Vložení ventilátoru do vyvažovačky a spuštění testu.
- Otevření vyvažovačky za účelem dovážení ventilátoru.
- Nastavení polohy ventilátoru na 1 ks ventilátoru.
- Nasazení závaží na 1 ks ventilátoru.
- Zavření a spuštění testu po dovážení ventilátoru, na 1 ks ventilátoru.
- Otevření vyvažovačky a vyjmutí vyváženého ventilátoru.

K těmto sledům jednotlivých činností jsem ze 100 pozorovaných kusů ventilátorů určil průměrné hodnoty jejich četností, tzn., kolikrát jednotlivé sledy činností operátor průměrně provede během vyvažování 1 kusu ventilátoru. Tyto průměrné četnosti jsou zobrazeny v následující tabulce:

Činnost	Průměrná četnost na 1 ks
Vložení ventilátoru do vyvažovačky a spuštění testu.	1
Otevření vyvažovačky za účelem dovážení ventilátoru.	1,44
Nastavení polohy ventilátoru.	2,47
Nasazení 1 kusu závaží na žebro ventilátoru.	3,33
Zavření a zapnutí vyvažovačky po dovážení ventilátoru.	1,44
Otevření vyvažovačky a vyjmutí vyváženého ventilátoru z vyvažovačky.	1

Tabulka 5-10: Průměrné četnosti jednotlivých dílčích činností při vyvažování 1 ks ventilátoru



Obrázek 5-23: Monitor zobrazuje, že ventilátor je vyvážen



Obrázek 5-24: Monitor zobrazuje, že ventilátor je nutné dovážit, na levé straně o 0,72 g a na pravé straně o 0,20 g



Obrázek 5-25: Závaží připevněná k žebru ventilátoru

### 5.5.2 Analýza procesu vyvažování ventilátoru metodou MTM

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu vyvažování ventilátoru metodou MTM.

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		Název operace:			Vyvažování ventilátorů		
		Název výrobku:			Ventilátory pro modely GSI a SCW		
popis, levá ruka	četnost pohybů	symbol	TMU	symbol	četnost pohybů	popis, pravá ruka	
Vložení ventilátoru do vyvažovačky a spuštění testu							
			21,1	R60B	1	Sáhnout pro ventilátor do vzdálenosti 60 cm	
			2,0	G1A	1	Uchopit ventilátor	
			13,3	M30B	1	Přemístit ventilátor k tělu o 30 cm	
Otočit se o 90°	1	TB90C1	18,6	TB90C1	1	Otočit se o 90°	
Krok vpřed	1	W1P	15,0	W1P	1	Krok vpřed	
Přemístit ventilátor do vyvažovačky	1	M20C	11,7	M20C	1	Přemístit ventilátor do vyvažovačky	
Pustit ventilátor	1	RL1	2,0	RL1	1	Pustit ventilátor	
Sáhnout k držadlu víka vyvažovačky 50 cm	1	R50A	13,0	R40A	1	Sáhnout k tlačítku 40 cm	
Uchopit držadlo	1	G1A	2,0				
Zavřít víko, dráha 70 cm	1	M70A	25,2				
Pustit držadlo	1	RL1	2,0				
			10,6	APA	1	Zmáčknout tlačítko START	
Ruka zpět k tělu 30 cm	1	R30E	11,7	R30E	1	Ruka zpět k tělu 30 cm	
Otevření vyvažovačky							
Otočit se o 90°	1,44	TB90C1	26,8	TB90C1	1,44	Otočit se o 90°	
Krok vpřed	1,44	W1P	21,6	W1P	1,44	Krok vpřed	
Sáhnout k držadlu víka vyvažovačky 20 cm	1,44	R20A	11,2				
Uchopit držadlo	1,44	G1A	2,9				
Otevřít víko 70 cm	1,44	M70A	36,3				
Pustit držadlo	1,44	RL1	2,9				
Nastavení polohy ventilátoru pro nasazení závaží na správné žebro							

Pohled na monitor	2,47	EF	18,0	EF	2,47	Pohled na monitor
Sáhnout k ventilátoru 50 cm	2,47	R50A	32,1			
Uchopit ventilátor	2,47	G1A	4,9			
Nastavení polohy ventilátoru 1,5 s	2,47		103,0			
Nasazení závaží na ventilátor						
Pohled na monitor	2,47	EF	18,0	EF	2,47	Pohled na monitor
Rozmyslet hodnotu závaží a vybrat krabičku 1 S	2,47		68,7		2,47	Rozmyslet hodnotu závaží a vybrat krabičku 1 S
			65,3	R50C	3,33	Sáhnout do krabičky 50 cm
			30,3	G4B	3,33	Uchopit závaží
			51,9	M40B	3,33	Přemístit závaží k ventilátoru 40 cm
			53,9	P2SE	3,33	Nasadit závaží na žebro ventilátoru
			6,7	RL1	3,33	Pustit závaží
Zavření a spuštění testu po dovážení						
Pustit ventilátor	1,44	RL1	2,9			
Sáhnout na držadlo víka 50 cm	1,44	R50A	18,7	R40A	1,44	Sáhnout k tlačítku START
Zavřít víko, dráha 70 cm	1,44	M70A	36,3			
Pustit držadlo	1,44	RL1	2,9			
Ruka zpět k tělu 30 cm	1,44	R30E	15,3	APA	1,44	Zmáčknout tlačítko START
			16,8	R30E	1,44	Ruka zpět k tělu 30 cm
Otevření vyvažovačky a vyndání ventilátoru z vyvažovačky						
Otočit se o 90°	1	TB90C1	18,6	TB90C1	1	Otočit se o 90°
Krok vpřed	1	W1P	15,0	W1P	1	Krok vpřed
			7,8	R20A	1	Sáhnout na držadlo víka vyvažovačky 20 cm
			2,0	G1A	1	Uchopit držadlo
			25,2	M70A	1	Otevřít víko 70 cm


			2,0	RL1	1	Pustit držadlo
			13,0	R50A	1	Sáhnout k ventilátoru 50 cm
			2,0	G1A	1	Uchopit ventilátor
			6,8	M10B	1	Vyjmout ventilátor z vyvažovačky 10 cm
			12,7	M30A	1	Přemístit ventilátor k tělu o 30 cm
Otočit se o 90°	1	TB90C1	18,6	TB90C1	1	Otočit se o 90°
Krok vpřed	1	W1P	15,0	W1P	1	Krok vpřed
			22,8	M70B	1	Přemístit ventilátor na stůl 70 cm
			2,0	RL1	1	Pustit ventilátor
			21,4	R70E	1	Ruka zpět k tělu 70 cm
<b>Součty v TMU</b>			<b>980,6</b>			
<b>Přepočet v sekundách</b>			<b>35,3</b>			

*Tabulka 5-11: Analýza procesu vyvažování ventilátoru metodou MTM*



### 5.5.3 Analýza procesu vyvažování ventilátoru metodou MOST

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu vyvažování ventilátoru metodou MOST.

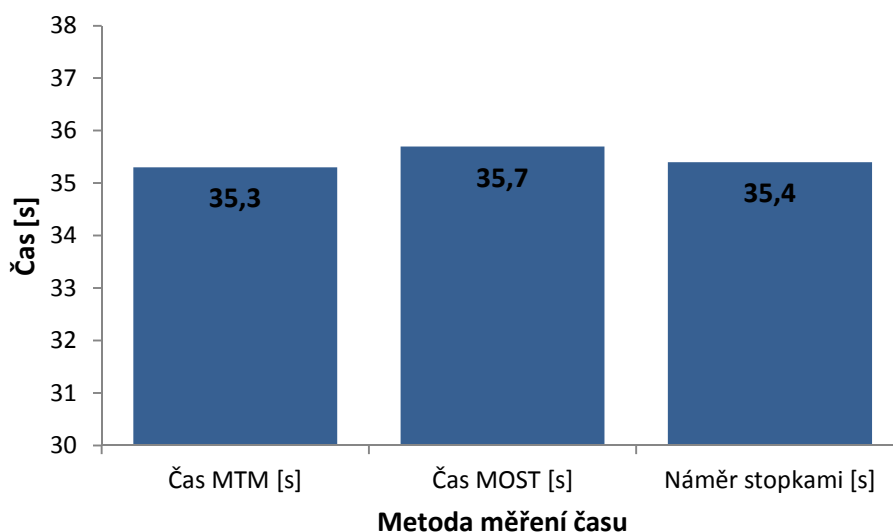
		<b>BasicMOST</b>						Počet listů:	1	
								List číslo:	1	
Název operace:		Vyvažování ventilátorů pro modely GSI a SCW						TMU z předcházejícího listu:		
Označení linky:		PT1						0		
Poznámky:										
Čís.	Popis operace	Sekvenční model						Frekvence	TMU	
1	Operátor vloží ventilátor do vyvažovačky	A 3	B 0	G 1	A 3	B 0	P 3	A 0	1	100
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
2	Operátor zavře vyvažovačku	A	B	G	A	B	P	A	2,44	122
		A 1	B 0	G 1	M 3	X 0	I 0	A 0		
		A	B	G	A	B	P	A		
3	Operátor spustí test zmáčknutím tlačítka START	A	B	G	A	B	P	A	2,44	48,8
		A 1	B 0	G 0	M 1	X 0	I 0	A 0		
		A	B	G	A	B	P	A		
4	Operátor otevře vyvažovačku	A	B	G	A	B	P	A	2,44	171
		A 3	B 0	G 1	M 3	X 0	I 0	A 0		
		A	B	G	A	B	P	A		
5	Operátor přečte z monitoru, zda je nutné dovážení	A	B	G	A	B	P	A	2,47	24,7
		A	B	G	M	X	I	A		
		A 0	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	T 1		
6	Operátor nastaví polohu ventilátoru - 1,5 s	A	B	G	A	B	P	A	2,47	123,5
		A 1	B 0	G 1	M 0	X 3	I 0	A 0		
		A	B	G	A	B	P	A		
7	Operátor přečte hmotnost, jakou je nutné ventilátor dovážít a promyslí, jaké závaží použije	A	B	G	A	B	P	A	2,47	74,1
		A	B	G	M	X	I	A		
		A 0	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	T 3		
8	Operátor vezme závaží a nasadí jej na žebro ventilátoru	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 3	A 0	3,33	266,4
		A	B	G	M	X	I	A		
		A	B	G	A	B	P	A		
9	Operátor vyndá ventilátor z vyvažovačky a odloží jej na stůl	A 1	B 0	G 1	A 3	B 0	P 1	A 0	1	60
		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		
Celková spotřeba času:								35,7	990,5	
		minut						sekund	TMU	

Tabulka 5-0-12: Analýza procesu vyvažování ventilátoru metodou MOST

#### 5.5.4 Porovnání výsledků analýz procesu montáže pravého zadního plechu jednotek GBS a Nordic metodami MTM a MOST

Počet řádek dokumentace MTM	51
Počet řádek dokumentace MOST	9
Čas MTM [TMU]	980,6
Čas MOST [TMU]	990,5
Čas MTM [s]	35,3
Čas MOST [s]	35,7
Náměr stopkami [s]	35,4
Odchylka MTM - MOST	1,1%

Tabulka 5-13: Porovnání MTM a MOST analýzy



Graf 5-4: Porovnání časů trvání operace z metod MTM, MOST a náměrů stopkami

U procesu vyvažování ventilátoru vychází vypočtené hodnoty pomocí metod MTM a MOST téměř shodně s náměry stopkami. Rozdíl mezi oběma metodami jsou pouze 4 desetiny sekundy, což je v procentuálním vyjádření 1,1 %. Počet řádek dokumentace, které byly potřeba pro analýzu metodou MTM, je 51, u metody MOST je toto číslo opět tradičně podstatně nižší, zde bylo potřeba 9 řádek dokumentace.

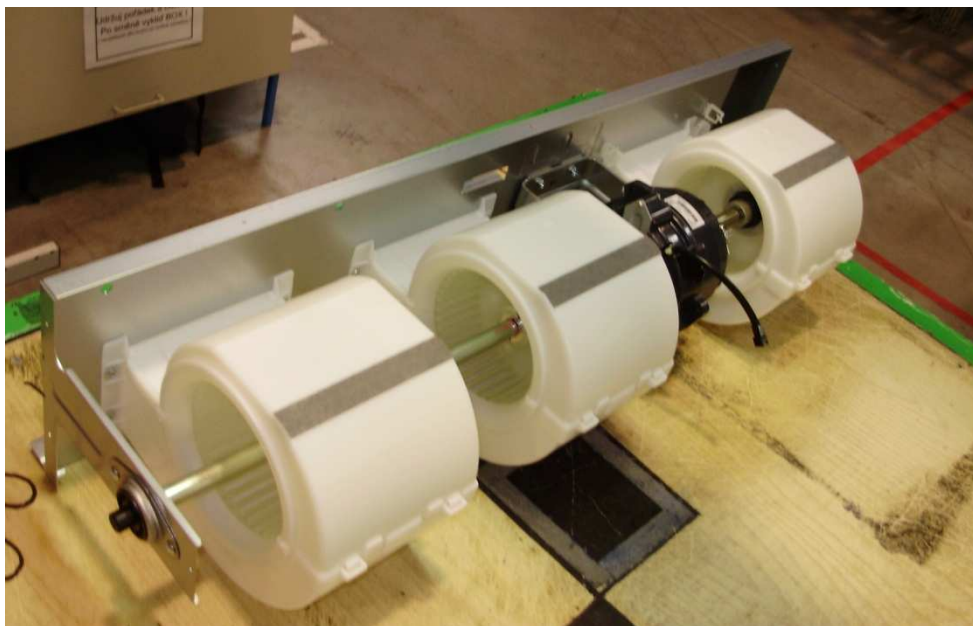
#### 5.6 Pracoviště č. 4 – Montování motoru a ventilátorů

Montáž motoru a ventilátorů se nachází na lince SF5, což je linka, kde je prováděna předmontáž pro linku F5. Na plech se zde přišroubovávají držáky motoru, samotný motor, na nějž se nasadí příslušný počet ventilátorů, a nakonec jsou tyto ventilátory zakrytovány.



Výsledný produkt linky SF5 je vidět na obrázku 5-26. Takovéto sestavy putují dále již na linku F5, kde jsou montovány do vnitřních jednotek klimatizací. Linka SF5 produkuje 3 druhy sestav, a to buď se 2, 3 nebo 4 ventilátory. V této práci je uveden pouze typ se 2 ventilátory, analýzy montáže zbylých 2 typů sestav jsou na přiloženém CD.

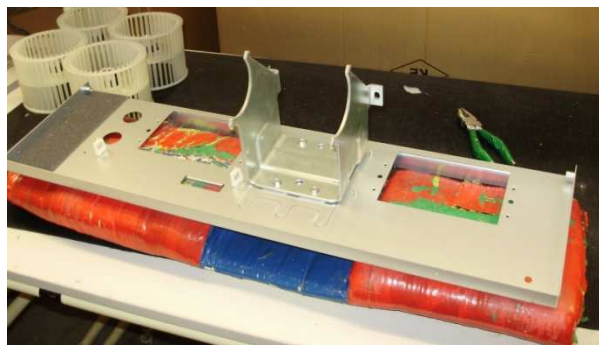
Součástí tohoto pracoviště jsou tzv. tlačítka maguchi, která zajišťují, že operátor přimontuje na sestavu vše, co je potřeba, na nic nezapomene nebo nepřimontuje špatnou součást. Vždy po odebrání příslušné součásti zmáčkne operátor toto tlačítko, které zhasne.



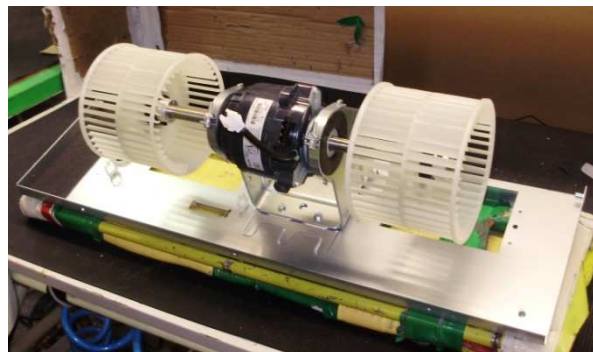
Obrázek 5-26: Výsledný produkt linky SF5 – sestava motoru a 3 ventilátorů

### 5.6.1 Popis operace – montáž motoru a ventilátorů (2 ventilátory)

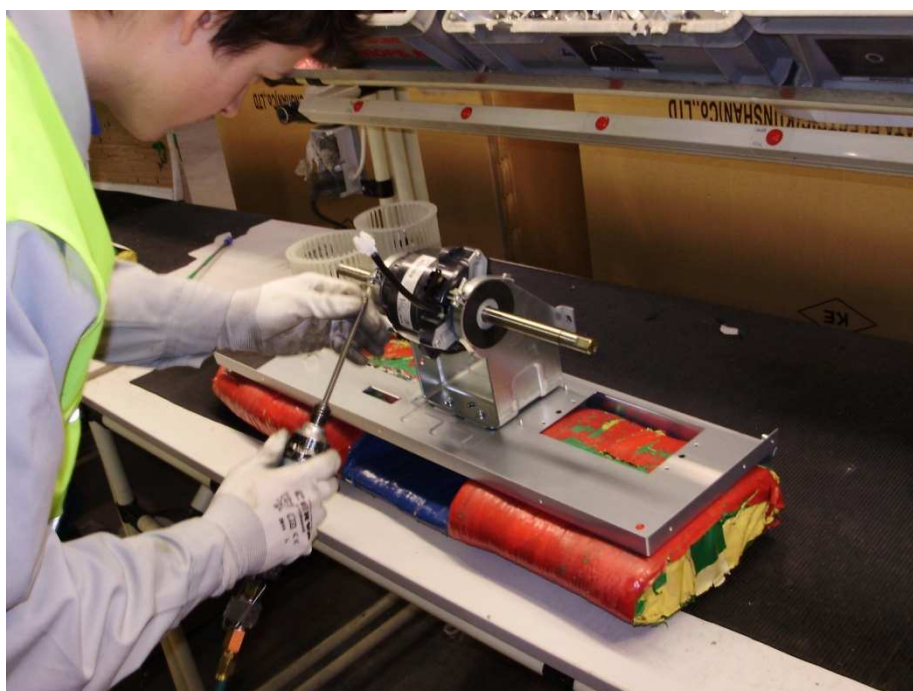
Nejprve operátor vezme dle maguchi 2 plastové průchodky a zacvakne je do děr v plechu. Poté z krabice odebere motor a nasadí jej do držáku přimontovaného na plechu. Motor v držáku přichytí pomocí 2 svorek, které následně pneumatickým šroubovákem utáhne. Občas je po utáhnutí nutné ještě svorky porovnat kombinačkami. Nakonec operátor vezme 2 ventilátory a nasadí je na hřídel motoru (z každé strany jeden ventilátor) a předá hotovou sestavu na další pracoviště. Vždy po odebrání příslušného druhu materiálu zmáčkne svítící tlačítko maguchi.



Obrázek 5-27: Plech po příchodu na pracoviště




Obrázek 5-28: Sestava před opuštěním pracoviště



Obrázek 5-29: Utahování svorek držících motor pneumatickým šroubovákem

### 5.6.2 Analýza procesu montáž motoru a ventilátorů metodou MTM

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu montáže motoru a ventilátorů metodou MTM.

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Název operace:			Montáž motoru a ventilátoru (2 ventilátory)		
	Název výrobku:			Sestava motoru a ventilátorů		
popis, levá ruka	četnost pohybů	symbol	TMU	symbol	četnost pohybů	popis, pravá ruka
Sáhnout 50 cm pro průchodky	1	R50C	19,6			
Uchopit průchodku	2	G4A	14,6			
			13,0	R50A	1	Sáhnout 50 cm k tlačítku maguchi
			10,6	APA	1	Zmáčknout tlačítko maguchi
Přemístit průchodky k plechu 50 cm	1	M50B	18,0	R50B	1	Sáhnout k plechu k dířám pro průchodky 50 cm
Přendat 1 průchodku do pravé ruky	2	G3	5,6	G3	2	Vzít průchodku z levé ruky
Sáhnout k okraji plechu 10 cm	2	R10A	12,2			
Uchopit plech	2	G1A	4,0			
Přizvednout plech o 6 cm	2	M6B	10,0			
			21,0	M16C	2	Přemístit průchodku k díře 16 cm

			32,4	P2SE	2	Nasadit průchodku do díry
Položit plech 6 cm	2	M6A	8,2			
Pustit plech	2	RL1	4,0			
Sáhnout k druhé ruce 10 cm	1	R10E	6,8			
Ruka zpět k tělu 20 cm	1	R20E	9,2			
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Předklonit se	1	B	29,0	B	1	Předklonit se
Sáhnout pro motor 30 cm	1	R30B	12,8			
Uchopit motor	1	G1A	2,0			
Přemístit motor k tělu 30 cm	1	M30A	12,7			
			13,0	R50A	1	Sáhnout k tlačítku maguchi 40 cm
			10,6	APA	1	Zmáčknout tlačítko maguchi
			2,8	R30A	0,33	Sáhnout 30 cm ke krabici
			0,6	G1A	0,33	Uchopit krabici
			28,3	M80A	0,33	Přemístit krabici do spodního regálu o 80 cm
			0,6	RL1	0,33	Pustit krabici
			5,0	R50E	0,33	Ruka zpět k tělu
Vzpřímit se	1	AS	31,9	AS	1	Vzpřímit se
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Přemístit motor do držáku 30 cm	1	M30C	15,1			
Pustit motor	1	RL1	2,0			
Sáhnout 50 cm pro svorku	2	R50C	39,2			
Uchopit svorku	2	G4A	14,6			
			13,0	R50A	1	Sáhnout k tlačítku maguchi 50 cm
			10,6	APA	1	Zmáčknout tlačítko maguchi
Přemístit svorku k pravé ruce	2	M30A	25,4			


			64,0	M80C	2	Povolit svorku o 4 otáčky
Přemístit svorku k motoru	2	M30C	30,2	M30C	2	Přemístit svorku k motoru
Nasadit svorku na držák	2	P3NSE	95,6	P3NSE	2	Nasadit svorku na držák
Pustit svorku	2	RL1	4,0	RL1	2	Pustit svorku
Sáhnout k motoru 10 cm	1	R10A	6,1			
Uchopit motor	1	G1A	15,6	R40B	1	Sáhnout ke šroubováku 40 cm
			2,0	G1A	1	Uchopit šroubovák
			18,5	M40C	1	Přemístit šroubovák ke svorce 40 cm
Pootočit motorem do správné polohy	1	M6B	5,0			
			39,4	P2SSE	2	Nasadit šroubovák na šroub
			33,4		2	Šroubování 0,6 s
			8,0	D1E	2	Sundat šroubovák ze šroubu
			10,5	M16C	1	Přemístit šroubovák ke 2. svorce 16 cm
			15,8	M40A	1	Přemístit šroubovák na stůl 40 cm
			2,0	RL1	1	Pustit šroubovák
			7,8	R40B	0,5	Sáhnout pro kombinačky 40 cm
			1,0	G1A	0,5	Uchopit kombinačky
			9,3	M40C	0,5	Přemístit kombinačky ke svorce 40 cm
			5,3	APA	0,5	Zmáčknout kombinačky
			7,9	M40A	0,5	Přemístit kombinačky zpět na stůl 40 cm
			1,0	RL1	0,5	Pustit kombinačky
			7,1	R40E	0,5	Ruka zpět k tělu
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Ohnout se	1	B	29,0	B	1	Ohnout se
			16,8	R40C	1	Sáhnout pro ventilátor 40 cm

			2,0	G1A	1	Uchopit ventilátor
			15,8	M40A	1	Přemístit ventilátor k tělu 40 cm
Sáhnout pro ventilátor 40 cm	1	R40C	16,8			
Uchopit ventilátor	1	G1A	2,0			
Přemístit ventilátor k pravé ruce 40 cm	1	M40A	15,8			
Přendat ventilátor do pravé ruky	2	G3	5,6	G3	2	Vzít ventilátor z levé ruky
Sáhnout 70 cm k tlačítku maguchi	1	R70A	16,5			
Zmáčknout tlačítko maguchi	1	APA	10,6			
Ruka zpět k tělu 70 cm	1	R70E	21,4			
Vzpřímit se	1	AS	31,9	AS	1	Vzpřímit se
Otočit se o 90°	2	TB90C1	37,2	TB90C1	2	Otočit se o 90°
Udělat 2 kroky	1	W2P	30,0	W2P	1	Udělat 2 kroky
Sáhnout 30 cm k pravé ruce	1	R30A	9,5			
Vzít ventilátor z pravé ruky	2	G3	5,6	G3	2	Přendat 1 ventilátor do levé ruky
Přemístit ventilátor ke hřídeli motoru 30 cm	1	M30C	15,1	M30C	1	Přemístit ventilátor ke hřídeli motoru 30 cm
Nasadit ventilátor na hřídel motoru	1	P2SE	16,2	P2SE	1	Nasadit ventilátor na hřídel motoru
Pustit ventilátor	1	RL1	2,0	RL1	1	Pustit ventilátor
Sáhnout k motoru 30 cm	1	R30A	9,5			
Uchopit sestavu za motor	1	G1A	2,0			
Úkrok stranou na 1 nohu 60 cm	1	SS60C1	20,0			
Přemístit sestavu na vedlejší pracoviště 50 cm	1	M50B	18,0			
Pustit sestavu	1	RL1	2,0			
Ruka zpět k tělu 50 cm	1	R70E	16,5			
Úkrok stranou na 1 nohu 60 cm	1	SS60C1	20,0			
<b>Součty v TMU</b>			<b>1377,3</b>			
<b>Přepočet v sekundách</b>			<b>49,6</b>			

Tabulka 5-14: Analýza procesu montáže motoru a ventilátorů metodou MTM

### 5.6.3 Analýza procesu montáž motoru a ventilátorů metodou MOST

V následující tabulce je zobrazena analýza procesu montáže motoru a ventilátorů metodou MOST.

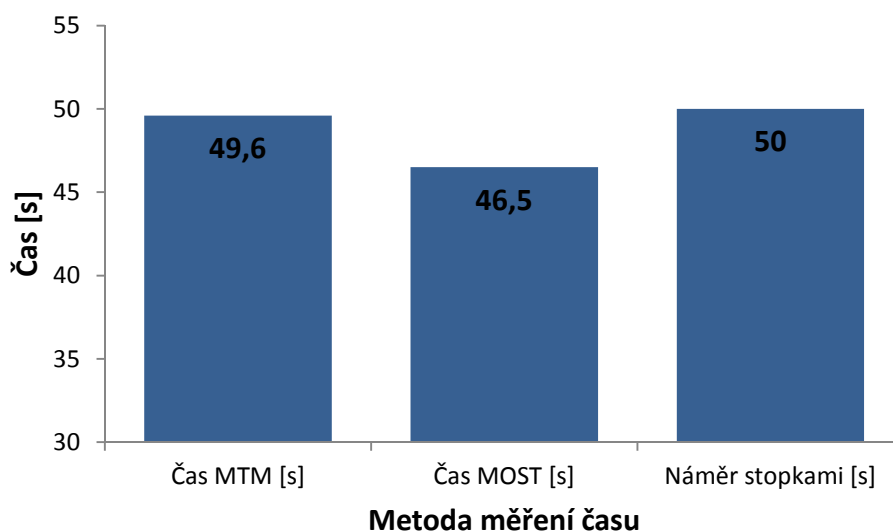
Čís.	Popis operace	Sekvenční model								Frekvence	TMU
		A	B	G	M	X	I	A	A		
 <div style="display: inline-block; margin-left: 10px;"> <h1 style="margin: 0;">BasicMOST</h1> </div> <div style="float: right; text-align: right;"> <p>Počet listů: 1 List číslo: 1</p> </div>											
Název operace:		Montáž motoru a ventilátorů (2 ventilátory)						TMU z předcházejícího listu:			
Označení linky:		F5						0			
Poznámky:											
1	Operátor vezme 2 průchodky a zacvakne je do děr	A 1	B 0	G 3 <sub>2</sub>	A 1	B 0	P 3 <sub>2</sub>	A		1	140
2	Operátor zmáčkne tlačítko maguchi	A	B	G	M	X	I	A		4	80
3	Operátor vezme motor a nasadí ho do držáku	A 3	B 3	G 1	A 3	B 3	P 3	A 0		1	160
4	Operátor vezme prázdnou krabici od motorů a položí ji do spodního regálu	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0		0,33	14
5	Operátor vezme svorku a povolí jí o 4 otáčky	A	B	G	A	B	P	A		2	280
6	Operátor nasadí svorku na držák motoru	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 6	A 0		2	140
7	Operátor utáhne šrouby na svorkách	A	B	G	A	B	P	A		1	154
8	Operátor porovná svorku kombinačkami	A	B	G	A	B	P	A		0,5	35
9	Operátor vezme 2 ventilátory a nasadí je na hřídel motoru	A 3	B 3	G 1 <sub>2</sub>	A 3	B 3	P 3 <sub>2</sub>	A 0		1	200
10	Operátor přendá sestavu na další pracoviště	A 1	B 0	G 1	A 3	B 0	P 1	A 3		1	90
		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	A	B	P	A			
		A	B	G	M	X	I	A			
		A	B	G	A	B	P	A			
Celková spotřeba času:								46,5		1293	
								minut		sekund	
										TMU	

Tabulka 5-15: Analýza procesu montáže motoru a ventilátorů metodou MOST

#### 5.6.4 Porovnání výsledků analýz procesu montáže motoru a ventilátorů (2 ventilátory) metodami MTM a MOST

<b>Počet řádek dokumentace MTM</b>	86
<b>Počet řádek dokumentace MOST</b>	10
<b>Čas MTM [TMU]</b>	1377,3
<b>Čas MOST [TMU]</b>	1293
<b>Čas MTM [s]</b>	49,6
<b>Čas MOST [s]</b>	46,5
<b>Náměr stopkami [s]</b>	50
<b>Odchylka MTM - MOST</b>	6,2%

Tabulka 5-16: Porovnání MTM a MOST analýzy



Graf 5-5: Porovnání časů trvání operace z metod MTM, MOST a náměrů stopkami

Jak je vidět z tabulky i grafu, časy vypočtené pomocí metod předem stanovených časů jsou si poměrně blízké a téměř se shodují s časem, naměřeným pomocí stopek. Výpočet metodou MTM vyšel čas operace montáže motoru a ventilátorů 49,6 s, metodou MOST vyšel 46,5 s a stopkami byl naměřen čas trvání operace 50 s. Rozdíl hodnot časů mezi metodou MTM a MOST činí 6,2%, přičemž pro analýzu pomocí metody MTM bylo potřeba 86 řádek dokumentace a pro analýzu pomocí metody MOST bylo potřeba pouze 10 stránek dokumentace.



## 6. Souhrnné vyhodnocení a závěr

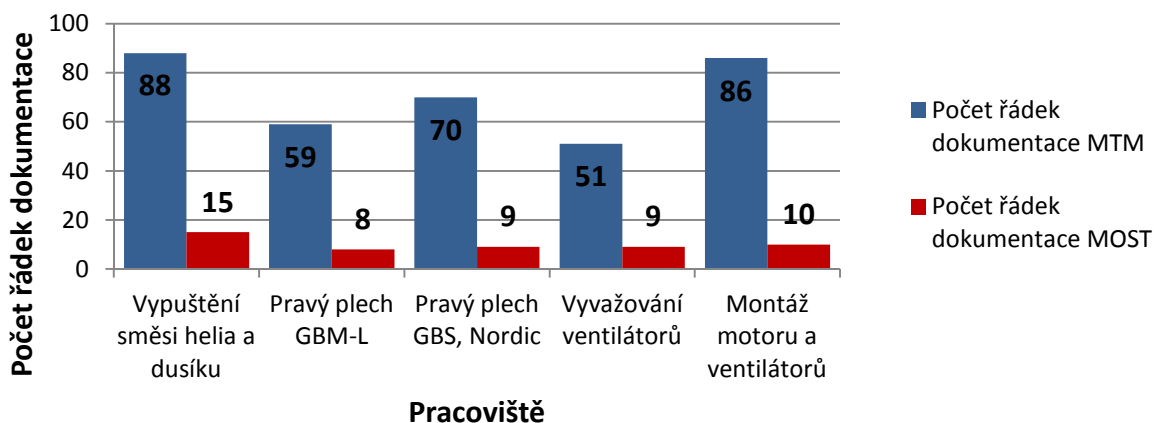
Úvodní část práce je věnována seznámení se s metodami měření produktivity práce a normování práce. Největší důraz je zde pak kladen na metody předem stanovených časů MTM a MOST, které jsou také stěžejním tématem diplomové práce. Je zde podrobný popis těchto dvou metod včetně uvedených normativů, podle kterých se jednotlivé časy trvání operací vypočítávají. Na konci první části je teoretické srovnání obou metod z několika hledisek.

Praktickým cílem práce bylo aplikovat metody předem stanovených časů MTM a MOST na vybraná pracoviště ve společnosti Daikin Industries Czech Republic, s.r.o. Těmito pracovišti bylo vypuštění helia z výměníku, vyvažování ventilátorů, montáž pravého plechu a montáž motoru a ventilátorů. Každé pracoviště bylo podrobena analýze metodami MTM a MOST a zároveň byly provedeny náměry času trvání těchto operací pomocí stopek. Tyto náměry byly však mnohdy zkreslovány různým pracovním tempem operátorů, kteří v době měření jednotlivé činnosti prováděli.

	Vypuštění směsi helia a dusíku z výměníku	Pravý plech GBM-L	Pravý plech GBS, Nordic	Vyvažování ventilátorů	Montáž motoru a ventilátorů
Počet řádek dokumentace MTM	88	59	70	51	86
Počet řádek dokumentace MOST	15	8	9	9	10
Čas MTM [TMU]	796,6	1519,1	1647,3	980,6	1377,3
Čas MOST [TMU]	817	1484,6	1536,8	990,5	1293
Čas MTM [s]	28,7	54,7	59,3	35,3	49,6
Čas MOST [s]	29,4	53,4	55,3	35,7	46,5
Náměr stopkami [s]	21	61	72	35,4	50
Odchylka MTM - MOST	2,4%	2,4%	7,7%	1,1%	6,2%

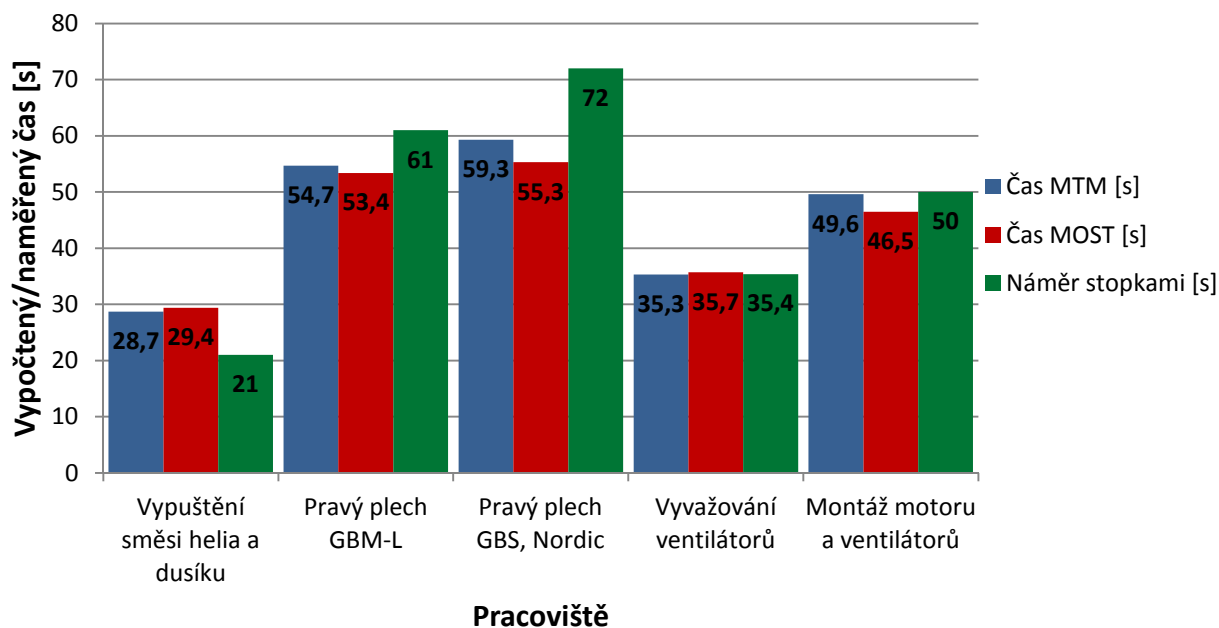
Tabulka 6-1: Souhrnné vyhodnocení výsledků měření

V tabulce je souhrnně vidět to, co již bylo uvedeno u vyhodnocení jednotlivých pracovišť. Pro lepší orientaci jsou níže zobrazeny jednotlivé parametry graficky.

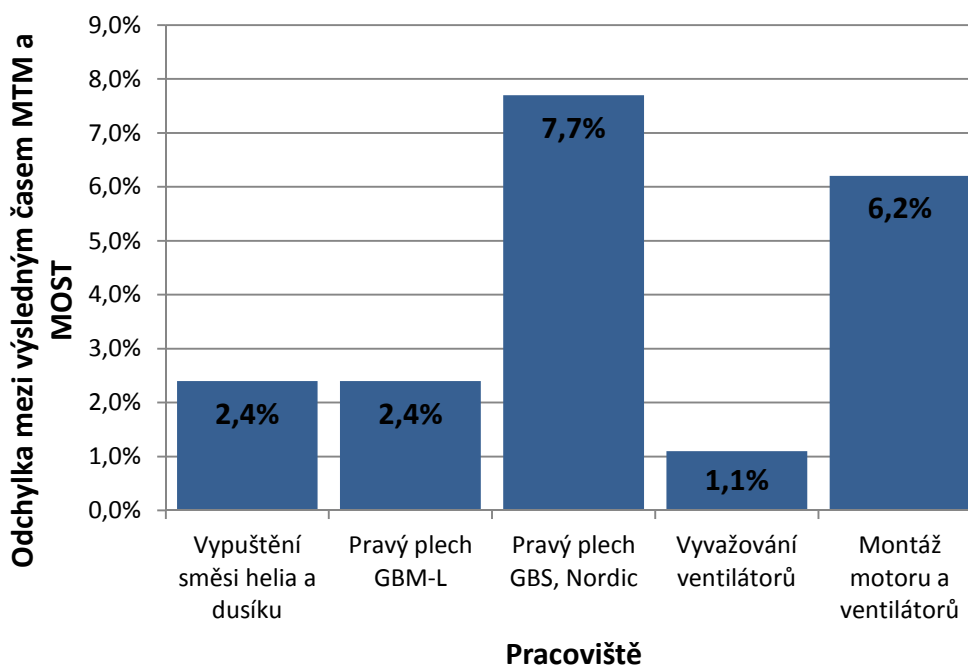


Graf 6-1: Porovnání počtu stran dokumentace MTM a MOST u jednotlivých pracovišť





Graf 6-2: Porovnání časů vypočtených pomocí metod MTM a MOST a naměřených stopkami u jednotlivých pracovišť



Graf 6-3: Porovnání odchylek mezi vypočtenými časy pomocí metody MTM a MOST

Z uvedených grafů je jasné vidět, že rozdíly mezi vypočtenými časy trvání operací pomocí jednotlivých metod se liší většinou pouze minimálně. Rozdíl mezi těmito časy nepřesáhl u žádného pracoviště 8%. Veliký rozdíl je ovšem v časové náročnosti práce analytika, která je úměrná rozsahu dokumentace. Na grafu 6/1 je jasné vidět, že rozsah

dokumentace u analýzy metodou MTM je zhruba osmkrát větší než u metody MOST. Podle mého názoru je metoda MOST zároveň snadněji pochopitelná, lze se jí tedy rychleji naučit správně používat. Metoda MTM je pro potřeby pouhého výpočtu času trvání operace zbytečně moc detailní, což jí dělá samozřejmě časově i rozsahově náročnější.

Z porovnání časů vypočtených podle obou těchto metod s časy naměřenými stopkami bylo ověřeno, že tyto vypočtené časy jsou reálné. Metody MTM a MOST jsou vhodné pro většinu ručních či strojně ručních operací prováděných opakovaně jedním člověkem a nelze říci, která metoda je pro jakou činnost vhodnější, jelikož odchylky mezi metodami byly minimální. Z pohledu dříve zmíněné časové náročnosti pro analýzu je však jednoznačně efektivnější metoda MOST. Metoda MTM je výhodná potom pro svou detailnost, jelikož je v ní zaznamenán každý sebemenší pohyb pracovníka. To je výhodné využít pro optimalizaci procesů, jelikož díky této metodě lze zjistit, jaké pohyby jsou zbytečné a neefektivní.

Velikou výhodou metod předem stanovených časů oproti jiným přístupům k měření produktivity práce je samotný způsob měření. Například při chronometráži analytik pozoruje a stopkami měří činnosti vykonávané pracovníkem, což představuje v mnoha případech psychologické riziko. Pracovník může pracovat příliš rychle ve snaze ukázat se, příliš pomalu, aby neměl příliš velkou výkonovou normu, nebo s chybami, jelikož je nervózní. Při chronometráži sice platí všeobecná pravidla, jak tímto důsledkům předcházet, v praxi se však příliš nedodržují. Na druhou stranu, metody předem stanovených časů MTM a MOST udávají přesná a jednoznačná pravidla, jak vykonávat analýzu na základě pohybů a tím zaniká riziko vzniku nepřesnosti vlivem tempa práce pracovníka. Další velkou výhodou těchto metod je možnost tvorby plánovacích analýz, jestliže dopředu víme, jak se budou určité činnosti vykonávat. Takto získané časy jsou dostatečně přesné a umožňují plánovat výrobní zdroje a kapacity.

Závěr by byl tedy takový, že použití metod předem stanovených časů je pro většinu firem výhodný jak za účelem plánování výroby, tak pro tvorbu výkonových norem. Pro tyto 2 účely je efektivnější zvolit metodu MOST. Jestliže však chceme ještě navíc procesy optimalizovat a najít neefektivní pohyby pracovníků při vykonávání činnosti, je výhodné zvolit metodu MTM, jejíž detailnost nám toto umožňuje.

## Seznam použité literatury

- [1] ING. BOTEK, PHD., Marek; ING. ADAMEC, PHD., Libor. *Sbírka příkladů z inženýrské ekonomiky a managementu*. Praha : Vydavatelství VŠCHT Praha, 2004. 220 s. ISBN 80-7080-544-7.
- [2] Přednášky z předmětu Projektování výrobních procesů (KTO/PVP, ZČU v Plzni)
- [3] ING. NOVÁK, CSc., Josef; ING. ŠLAMPOVÁ, Pavlína. *Racionalizace výroby*. VŠB Ostrava, 2007
- [4] Prof. Ing. CHUNDELA, DrSc., Lubor. *Ergonomie*. Praha : ČVUT Praha, 2001. 171 s. ISBN 80-01-02301-X.
- [5] *Centrum průmyslového inženýrství* [online]. 2010 [cit. 2011-11-18]. Slovník. Dostupné z WWW: <<http://www.centrumpi.eu/slovník.aspx?char=a>>.
- [6] *IPA Slovakia* [online]. 2010 [cit. 2011-11-18]. Slovník. Dostupné z WWW: <[http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=125](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=125)>.
- [7] TOMEK, Gustav; VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby a nákupu*. Praha : Grada publishing, 2007. 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [8] *Time and Motion* [online]. [cit. 2011-12-12]. Horology-Sruff. Dostupné z WWW: <<http://www.horology-stuff.com/more/time-motion.html>>.
- [9] *Managers-Net* [online]. [cit. 2011-12-12]. Asa Bertrand Segur . Dostupné z WWW: <<http://www.managers-net.com/Biography/biograph5.html>>.
- [10] *Work factor systems* [online]. [cit. 2011-12-12]. Telfort. Dostupné z WWW: <[http://home.telfort.nl/ciskadevrij/html/work-factor\\_systems.html](http://home.telfort.nl/ciskadevrij/html/work-factor_systems.html)>.
- [11] BUREŠ, M.: přednášky z předmětu Řízení a organizace práce, ZČU v Plzni, 2011
- [12] Ing. Bc. HALASOVÁ, Andrea; Ing. Bc. GLOMBÍKOVÁ, Ph.D., Viera; Ing. DULOVÁ, Olga. *Vybrané kapitoly z technické přípravy výroby*. Liberec, 2005. 42 s. Učební text. TU Liberec. Dostupné z WWW: <[http://www.kod.tul.cz/info\\_predmety/Tep/teoria.pdf](http://www.kod.tul.cz/info_predmety/Tep/teoria.pdf)>.
- [13] ZANDIN, Kjell B. *MOST Work Measurement Systems* [online]. New York, USA : Marcel Dekker, Inc., 2003 [cit. 2011-12-13]. Dostupné z WWW: <[http://www.amazon.com/MOST-Work-Measurement-Systems-3rd/dp/0824709535/ref=pd\\_rhf\\_se\\_p\\_t\\_1#reader\\_0824709535](http://www.amazon.com/MOST-Work-Measurement-Systems-3rd/dp/0824709535/ref=pd_rhf_se_p_t_1#reader_0824709535)>. ISBN 0-8247-0953-5.
- [14] *Daikin Industries Czech Republic, s.r.o.* [online]. [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.daikinczech.cz>
- [15] *Toshiba Clima-Classic* [online]. [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.klima-classic.cz/item-princip-klimatizace>
- [16] Prezentace společnosti Daikin Industries Czech Republic, s.r.o.

