

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Balancování linky

Autor: **Bc. Jakub Zikmund**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal Šimon Ph.D.**

Akademický rok 2017/2018

## **Zadání**

Vybalancovat výrobní linku, kde proběhla pouze zkušební výroba v malém množství, není možné ověřit výstup a efektivitu. Cílem balancování by měl být výstup 10 výrobků za směnu.

## **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**

## **Abstrakt**

Tématem diplomové práce je vybalancování montážní linky ve společnosti Carrier. Práce se skládá ze dvou částí, teoretické části, která se skládá z popisu štíhlé výroby, plýtvání, ergonomie práce a standardizace. Teoretická část slouží jako podklad pro část praktickou. Praktická část se soustředí na popis a analýzu současného stavu montážní linky. Na základě analýzy linky bude stanoven plán projektu na vybalancování výrobní linky.

## **Abstract**

The thesis of Diploma theses is focused on the balancing of assembly lines in Carrier company. Thesis is consisted of two of theoretical part is a description of the concepts lean manufacturing, waste, ergonomics and standardization. The theoretical is used as a support for practical part. The practical part is focusing on the description and analysis of the current state of assembly line. Based on analysis of line will be formulated project for balancing the assembly line.

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Doc. Ing. Michalu Šimonovi Ph.D. za cenné rady, náměty a odborné vedení nejen při tvorbě této diplomové práce. Mé poděkování dále patří Vladimírovi Kargeradovi, manažerovi ve firmě Carrier, pod jehož vedením jsem měl tu čest ve firmě pracovat a všem členům projektového týmu společnosti Carrier, kteří svými připomínkami, poskytnutými informacemi a důležitými podněty přispěli k zpracování této diplomové práce.

## Anotační list diplomové práce

<b>AUTOR</b>	Příjmení Zikmund	Jméno Jakub	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	N2301 Strojní inženýrství		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon Ph.D.	Jméno Michal	
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>DRUH PRÁCE</b>	DIPLOMOVÁ	<del>BAKALÁŘSKÁ</del>	Nehodící se škrtněte
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Balancování linky		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

**POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)**

<b>CELKEM</b>	79	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	61	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	18
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Práce se zaměřuje na balancování linky. Téma je Balancování linky. Cílem je odstranit plýtvání a optimalizovat linku pro výstup 10 výrobků za směnu.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	plýtvání, ergonomie, vybalancování linky, štihlá výroba, materiálový tok, layout

## Summary of diploma sheet

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Zikmund	<b>Name</b> Jakub
<b>FIELD OF STUDY</b>	N2301 Industrial engineering	
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Doc. Ing. Šimon Ph.D.	<b>Name</b> Michal
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KPV	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b> Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Balancing of line	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KPV	<b>SUBMITTED IN</b>	2018
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	79	<b>TEXT PART</b>	61	<b>GRAPHICAL PART</b>	18
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b> <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The Theses is focused on line balancing. Topic is Balancing of line. The goal is to eliminate the waste and optimize the line for output 10 products per shift.
<b>KEY WORDS</b>	waste, ergonomics, line balancing, lean manufacturing, material flow, layout

## Obsah

Abstrakt .....	- 4 -
Abstract.....	- 4 -
Poděkování .....	- 5 -
Anotační list diplomové práce .....	- 6 -
Obsah .....	- 8 -
Seznam obrázků.....	- 9 -
Seznam tabulek .....	- 9 -
Úvod .....	- 10 -
1 Cíle a metody zpracování práce .....	- 11 -
2 Štíhlá výroba .....	- 12 -
2.1 Nástroje štíhlé výroby .....	- 13 -
2.1.1 Omezení a rizika štíhlého pracoviště .....	- 17 -
2.1.2 Štíhlá logistika .....	- 18 -
2.1.3 Štíhlý dodavatelský řetězec.....	- 19 -
2.2 Výhody a nevýhody štíhlé výroby.....	- 19 -
3 Analýza a měření práce.....	- 21 -
3.1 Měření práce.....	- 21 -
3.2 Druhy časových studií .....	- 22 -
4 Teorie balancování linek.....	- 25 -
4.1 Vytvoření dobré atmosféry a nadšení pro změnu .....	- 25 -
4.2 Definuj.....	- 26 -
4.3 Měř .....	- 28 -
4.4 Analyzuj .....	- 30 -
4.5 Inovuj .....	- 33 -
4.6 Kontroluj .....	- 34 -
5 Představení společnosti a uvedení do problematiky .....	- 37 -
6 Řešení problému .....	- 41 -
6.1 Definuj.....	- 42 -
6.2 Měř .....	- 44 -
6.3 Analyzuj .....	- 47 -
6.4 Inovuj .....	- 51 -
6.5 Kontroluj .....	- 56 -
6.6 Akční plán .....	- 58 -
Závěr.....	- 59 -
Použité zdroje .....	- 60 -
Přílohy .....	- 61 -



## Seznam obrázků

Obrázek 1: Štíhlá výroba [2].....	12
Obrázek 2: POKA – YOKE (barevné rozlišení kabelů) [4].....	14
Obrázek 3: Buňkové uspořádání pracoviště [3].....	15
Obrázek 4: Příklady vizualizace na pracovišti [2].....	16
Obrázek 5: Kanban systém [3].....	19
Obrázek 6: Druhy časových studií [13].....	22
Obrázek 7: Analýza ABC (příklad) [11].....	26
Obrázek 8: Defínice rodin výrobků (příklad) [11].....	27
Obrázek 9: Spaghetti diagram (příklad) [11].....	28
Obrázek 10: Doba taktu výpočet (příklad) [11].....	31
Obrázek 11: Graf vytížení operací (příklad) [11].....	31
Obrázek 12: Graf vytížení pracovníků (příklad) [11].....	32
Obrázek 13: Osm typů odpadů [11].....	33
Obrázek 14: Standardní rozložení pracoviště (příklad) [11].....	35
Obrázek 15: Spaghetti diagram.....	44
Obrázek 16: Doba taktu.....	47
Obrázek 17: Graf srovnání 3 měření - Měř.....	48
Obrázek 18: Graf časů na pracovištích (1. měření).....	49
Obrázek 19: Vytíženost pracovníků (1. měření).....	50
Obrázek 20: Graf srovnání 3 měření - Inovuj.....	52
Obrázek 21: Graf časů na pracovištích (2. měření).....	53
Obrázek 22: Vytíženost pracovníků (2. měření).....	54
Obrázek 23: Koncept linky.....	55
Obrázek 24: Standardní periodická činnost operátora stanoviště 1.....	56
Obrázek 25: Standardní rozložení linky.....	57

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Prvky štíhlého pracoviště [3].....	13
Tabulka 2: Postup + příklad nástrojů balancování linky [11].....	25
Tabulka 3: Procesní matice (příklad) [11].....	27
Tabulka 4: Schématická vizualizace činností (příklad) [11].....	29
Tabulka 5: Záznamový arch (příklad) [11].....	30
Tabulka 6: Analýza vytíženosti strojů (příklad) [11].....	32
Tabulka 7: Standardní periodická činnost operátora (příklad) [11].....	34
Tabulka 8: Implementační plán (příklad) [11].....	35
Tabulka 9: Vstupní dokument.....	38
Tabulka 10: Harmonogram před událostí.....	39
Tabulka 11: Harmonogram události.....	40
Tabulka 12: ABC analýza.....	42
Tabulka 13: Procesní matice + Defínování rodin výrobků.....	43
Tabulka 14: Schématická vizualizace činností (1/2).....	45
Tabulka 15: Schématická vizualizace činností (2/2).....	45
Tabulka 16: Časové měření činností stanoviště 1.....	46
Tabulka 17: Hodnoty pro graf 3 měření – Měř.....	48
Tabulka 18: Časy na pracovištích (1. měření).....	49
Tabulka 19: Analýza vytíženosti strojů.....	50
Tabulka 20: Osm typů plýtvání.....	51
Tabulka 21: Nalezené typy plýtvání.....	51
Tabulka 22: Hodnoty pro graf 3 měření – Inovuj.....	52
Tabulka 23: Časy na pracovištích (2. měření).....	53
Tabulka 24: Akční plán.....	58

## Úvod

Diplomová práce se zabývá problematikou vybalancování výrobního taktu na montážních linkách. Z důvodu, že se závod chce neustále zlepšovat a být konkurenceschopný, byl zadán požadavek na vybalancování nové montážní linky, na které byl realizován pouze zkušební provoz dva týdny, která by se měla stát nejvíce vytiženou montážní linkou podniku. Na této lince by se měl vyrábět nejdůležitější a nejvíce výdělečný produkt z výrobního portfolia podniku.

Na trhu je v případě této společnosti mnoho konkurenčních firem. Proto se chce firma Carrier neustále zlepšovat, aby mohla konkurovat ostatním firmám. K tomu využívá neustálé analyzování a vyhodnocování dat z výrobních procesů, díky tomu lze snadno zjistit chyby neboli plýtvání ve výrobním procesu a posouvat se stále dál k vyšší efektivitě, vylepšení pracovních podmínek a zvýšení kvality výrobku.

Diplomová práce je členěna na dvě části: část teoretickou a část praktickou. V teoretické části jsou popsány odborné poznatky, které dále slouží jako podpora pro zpracování části praktické. V praktické části bude představena společnost, od které byl požadavek zadán. Dále se bude pokračovat podle systémového operačního systému ACE, který je ekvivalentem k Six Sigmě a tento systém má obdobné členění jako Six Sigma. Řešení problému se skládá z pěti fází DMAIK (český ekvivalent k DMAIC), neboli Definice předmětu projektu, měření potřebných dat, analýza dat, implementace nápravných opatření a kontrolní část, která ověřuje, jestli nápravná opatření jsou efektivní a mohla se standardizovat.

Cílem této práce je vybalancovat montážní linku tak, aby se zvýšil průtok montážní linkou, snížil čas na operacích, které nepřidávají produktu hodnotu a zvýšil se výstup finálních produktů z linky.

## 1 Cíle a metody zpracování práce

Cílem zadaného projektu je přesně stanovit jednotlivá pracoviště na výrobní lince, přiřadit k nim pracovníky a jakou práci na těchto pracovištích budou vykonávat, neboli vybalancovat výrobní takt na montážní lince SPI R290 pro počáteční výstup 10 kusů za směnu, který by se měl postupem času zvýšit. Autor práce specifikoval cíl jako uspořené času stráveného u činnostech, které nepřidávají hodnotu výrobku. Tento uspořené čas využít k činnostem, které tvoří přidanou hodnotu. Případně je možné přerozdělit vykonávání činností mezi ostatní operátory.

Za pomoci dostupné literatury, podkladů, které poskytuje systém ACE, a internetu byla zkoumána daná problematika. Autor práce se dále účastnil školení ACE balancování linek a interní logistika podniku, dále věnoval čas studiu odborné literatury a článků v písemné i elektronické podobě.

V praktické části byly využity předpřipravené nástroje pro balancování linek systémem ACE, které navazují na jednotlivé kroky DMAIK. Mimo analytické metody byly v práci použity také metody empirické, mezi které patří dotazování, pozorování a měření.

K analýze současného stavu byly použity následující metody a prostředky:

- firemní dokumentace: firemní dokumentace byla použita k analýze situace na montáži,
- studium metod práce: informace o pracovních postupech byly získány pomocí studia metod práce s cílem vybalancovat výrobní takt na montážní lince,
- měření práce: pro vybalancování výrobního taktu na lince bylo nutné provést časové studie, které dopomohly k určení potřebného času na vykonávání jednotlivých činností,
- fotodokumentace: pořízené fotografie posloužily k názornému zobrazení procesu montáže,
- rozhovory: pro seznámení se s chodem montáže byly nutné rozhovory s vedoucími pracovníky i ostatními zaměstnanci,
- technické pomůcky: při zpracování a vyhodnocení analytické části byly použity následující pomůcky: tužka, papír, stopky, fotoaparát a počítač,
- teoretické poznatky: v analytické části byly využity získané poznatky, které jsou popsány v teoretické části práce.

Nejdůležitější částí práce je časová studie, ve které se navrhuje opatření pro vybalancování výrobního taktu linky.

## 2 Štíhlá výroba

Filozofie štíhlé neboli také Lean výroby pochází převážně z Toyota Production System (TPS), který vznikl ve firmě Toyota v 90. letech minulého 20. století. TPS se zaměřuje na identifikování a minimalizaci sedmi druhů odpadů, aby se dosáhlo co nejlepšího poměru ceny a kvality pro zákazníka, ale je zde mnoho perspektiv, jak toho nejlépe dosáhnout. Rychlý růst Toyoty, která se z malé společnosti stala jedním z největších výrobců aut na světě, byl zaměřen na to, jak dosáhnout úspěchu.

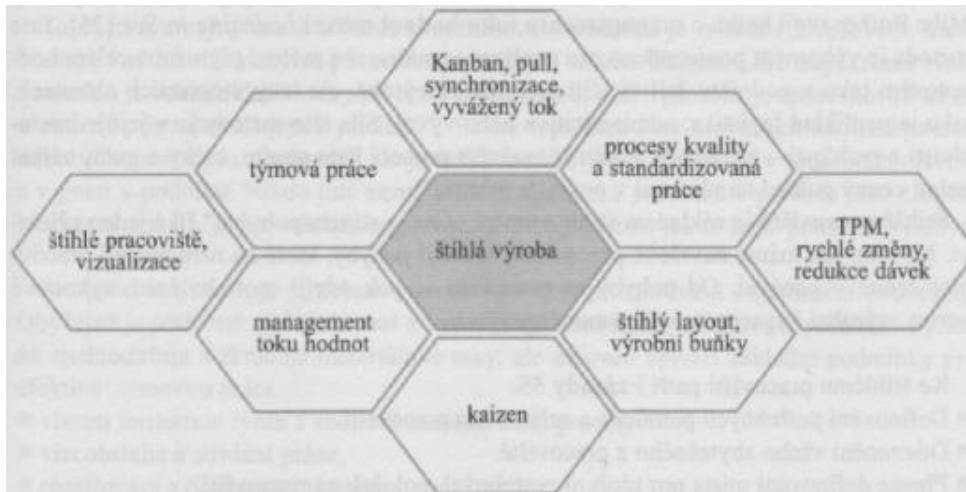
Smysl štíhlé výroby je vcelku jednoduchý, jde o to snížit pracovní vyčerpání a eliminovat odpad z výrobních procesů ("Muda"), bez toho, aby se obětovala produktivita výrobních procesů, dále je potřeba vyvarovat se přetížení ("Muri") a nestejnoměrnosti pracovního vyčerpání ("Mura"). Neboli odstranit nebo alespoň minimalizovat všechny činnosti z výrobního procesu, které výrobku nepřidávají hodnotu, aby zákazník platil jen za to, co opravdu chce.

Když chce v dnešní době firma uspět, musí být o něco "lepší" než ostatní firmy. Tzn. firmy, které nenabízejí jedinečný výrobek, který není schopen zákazník pohledat nikde jinde, musejí zákazníka zaujmout nějakým jiným způsobem, např. kvalitou, nebo nízkou cenou. Firma by se tudíž měla snažit nabídnout výrobek nebo službu, která bude pro zákazníka zajímavá, lepší, aby si zákazník vybral právě tu firmu.

Zákazník požaduje jen "To nejlepší, za tu nejnižší cenu", samozřejmě, že tohoto tvrzení není zas tak snadné docílit, ale smyslem štíhlé výroby je se mu neustále přibližovat a každý den být o něco lepší než den předchozí [1] [14].

Tvrzení z knihy Košturiaka a Frolíka říká: štíhlost podniku znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet při tom méně peněz.

Pokud chce podnik implementovat principy štíhlé výroby, je nutné se dle Košturiaka a Frolíka zaměřit na prvky, které jsou zobrazeny v následujícím obrázku [2].



Obrázek 1: Štíhlá výroba [2]

Základem štíhlé výroby je štíhlé pracoviště. Pohyby, které operátoři na daném pracovišti denně provádějí, závisí na tom, jak je pracoviště rozvržené. Podle časové náročnosti pohybů, které jsou nutné pro provedení úkonů na pracovišti, se odvíjí spotřeba času, výkonové normy, výrobní kapacity a další parametry výroby.

K vytvoření štíhlého pracoviště je vhodné využít nástroje štíhlé výroby, jako nejpodstatnější je metoda 5S, a mnoho dalších nástrojů, jejichž využití se volí podle charakteristik daného pracoviště. V podkapitole štíhlé výroby budou popsány nástroje štíhlé výroby, které jsou vhodné využít pro balancování linek [1] [2].

## 2.1 Nástroje štíhlé výroby

**5S** - metoda slouží k zamezování ztrát pomocí lepší organizace pracovišť a tím získání většího přehledu o průběhu procesů. Metoda je založena na pořádku na pracovišti, definovaném v pěti japonských pojmech, které zároveň představují jednotlivé kroky a nástroje implementace (SEIRI – Selektovat, SEITON – Srovnat, SEIKETSU – Vyčistit, SEISOU – Standardizovat a SHITSUKE – Sebedisciplína, udržet zavedený stav). Pomocí této metody lze vytvořit a udržovat čisté a organizované pracoviště (jak ve výrobě, tak v kancelářích). Dosažení uvedeného cíle vyžaduje zapojení všech účastníků výrobní jednotky [2] [3].

**Tabulka 1: Prvky štíhlého pracoviště [3]**

japonsky	anglicky	česky	Akce
seiri	sort	setřídít	definovat položky, které jsou na pracovišti potřebné, a které se musejí odstranit
seiton	streighten	systematizovat	definovat místo pro položky na pracovišti
seiso	shine	společně čistit	vyčistit a uspořádat pracoviště
seiketsu	standardize	standardizovat	vytvořit standardy uspořádání pracoviště
shitsuke	sustain	stále zlepšovat	audity a zlepšování systému 5S

**NIVELIZACE** (jap. HEIJUNKA – „rovnoměrný plán“) – tento nástroj umožňuje sestavení denního výrobního plánu, který má za cíl rovnoměrné vytížení linky a výroby (případně rozdělení práce). Jelikož potřeba zákazníků kolísá a intervaly odběru bývají různě dlouhé a nepravidelné, je proto snaha vyrábět hlavní typy co nejčastěji (například každý den) a v malých dávkách. Tím je podporován i rovnoměrný odběr materiálu od dodavatelů (externích i interních). Nivelizovaný výrobní plán zamezuje přenášení nadměrných výkyvů v objednávkách na zásobovací procesy a simuluje ideálního zákazníka, který odebírá rovnoměrně a v malých dávkách. Ve skutečnosti mohou vznikat určité zásoby hotových výrobků. Nivelizovaná výroba podporuje proces stálého zlepšování kvůli zvýšeným požadavkům na menší velikosti dávky a na stabilitu procesu [3] [8].

**ONE-PIECE-FLOW** („tok jednoho kusu“) – představuje ideální případ tokově orientované výroby, kdy velikost výrobní dávky představuje jeden kus probíhající mezi jednotlivými operacemi výrobního cyklu bez meziskladů. Mezi výhody tohoto způsobu výroby patří: rychlá detekce vadného dílu ve výrobním procesu, čímž se zamezí rozsáhlejšímu výskytu chyb, krátký průběh produktu výrobou (je eliminována doba skladování dávky před vstupem na linku), snížení nákladů na skladování, výrobní zařízení je možné navrhovat v minimální velikosti [3].

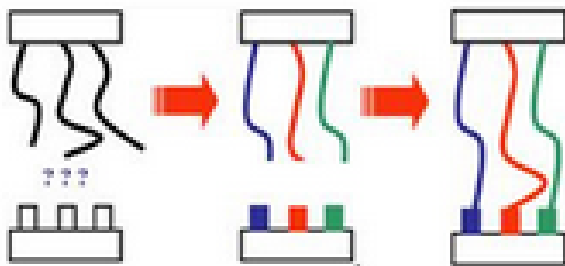
**GEMBA** (The Real Place) - filozofie, která nám připomíná, abychom se dostali z našich kanceláří a trávili čas na pracovišti, kde dochází k reálné akci.

Gemba podporuje hluboké a důkladné porozumění výrobním otázkám v reálném světě a to díky pozorování z první ruky a rozhovoru s pracovníky, kteří na pracovišti pracují [8].

**VSM / VSD** (Value Stream Mapping / Design) – metoda mapování a návrhu hodnotového toku. Tento nástroj se používá ke znázornění materiálového a informačního toku ve výrobním systému. Mapování se provádí proti směru materiálového toku, tedy od příjmu výrobku zákazníkem k odběru nakupovaného materiálu od dodavatele, což umožňuje lépe porozumět funkcím výrobního systému a odkrýt příčiny plýtvání. Po zmapování vybraného hodnotového toku a odhalení nedostatků je vytvořen návrh (Design) požadovaného stavu tohoto hodnotového toku [3].

**POKA-YOKE** (z jap. „chyba-předcházení“) – japonský výraz představující nástroj, který pomáhá vyvarovat se chyb, zajišťuje kvalitu a bezpečnost při výrobních procesech, popřípadě je i zvyšuje. Častými druhy chyb, které se ve výrobě stávají, je špatné vložení dílu do přípravku, chyby při upínání nebo chyby při kompletaci a balení. Výrobek a přípravek jsou na základě tohoto nástroje zkonstruovány tak, že umožňují montáž jen v jedné správné poloze. Tento nástroj je možné přirovnat k zámku, do kterého lze vsunout jen jeden určitý klíč. To představuje úsporu času obsluhy stanovišť (lidské práce) při montáži a zkracuje dobu přeseřazení [3].

POKA – YOKE



Obrázek 2: POKA – YOKE (barevné rozlišení kabelů) [4]

**BOTTLENECK** – metoda vyhledávání úzkých míst v procesech firmy (jak ve výrobě, tak prodeji, ale i administrativě). Úzká místa představují limitující faktor propustnosti procesů, jsou předmětem optimalizace a zeštíhlování. Více se tím zabývá teorie omezení (TOC, Theory Of Constraints) [3].

**ANDON** - je vizuální zpětná vazba pro ukazatele stavu produkce, upozorňuje na potřebu pomoci a umožňuje operátorům zastavit výrobní proces.

Jedná se o nástroj komunikace v reálném čase, který okamžitě upozorňuje na problémy, které se vyskytují a mohou být okamžitě řešeny [8].

**JIDOKA** (Autonomation) – japonský výraz pro vybavení strojů systémy, které částečně simulují „lidskou inteligenci“. Tato opatření umožňují automaticky detekovat chyby a předcházet jim při výrobě. Výrobní zařízení se v případě zjištění chyby automaticky zastaví a informuje o problému operátora stroje (například přes ANDON tabuli). Tím je zajištěno, že se chyba dále neopakuje a je sjednána co nejrychlejší náprava. Dalším příkladem je záznam naměřených hodnot v rámci automatických kontrol jednotlivých výrobních stanovišť a jejich vyhodnocování [3].

## BUŇKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ

Buňkové uspořádání optimálního prostoru.

Uvažují se nejen zbytečné pohyby rukou, ale hlavně přecházení (kruh), U-tvar.

Stroje po obvodu, uprostřed se pohybuje pracovník (pracovníci).

Práce postupuje v lince v ideálním případě vždy po jednom kusu.

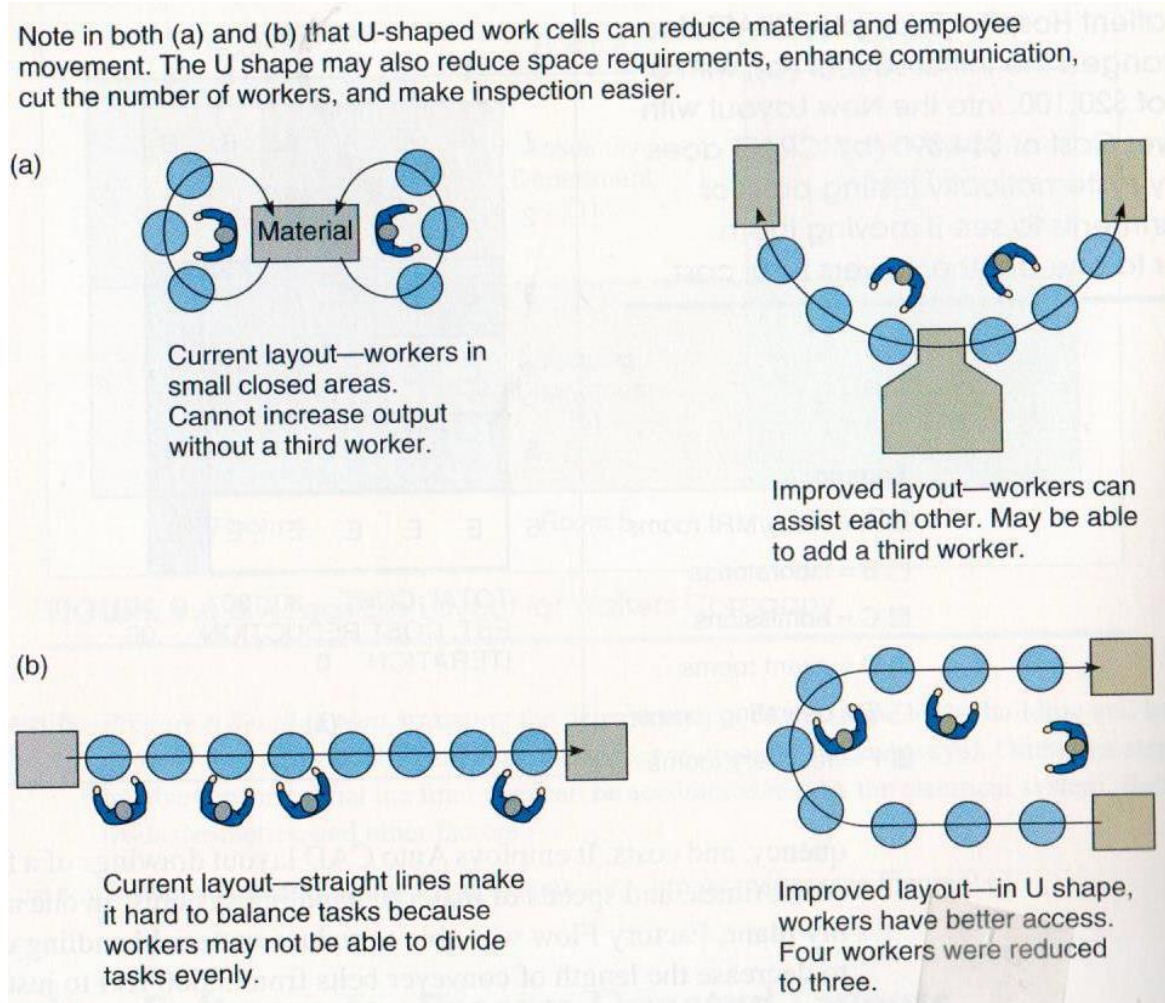
Čas cyklu je čas jednoho okruhu dělníka buňkou a je relativně stálý.

Je-li třeba vyrobit více kusů, zařadí se za sebe dva nebo více dělníků.

Doprava hotové práce do montáže - v malých množstvích a je kontrolována Kanbany.

Systém usnadňuje „tok jednoho kusu“.

Dělník začne od první operace a skončí u poslední [3].

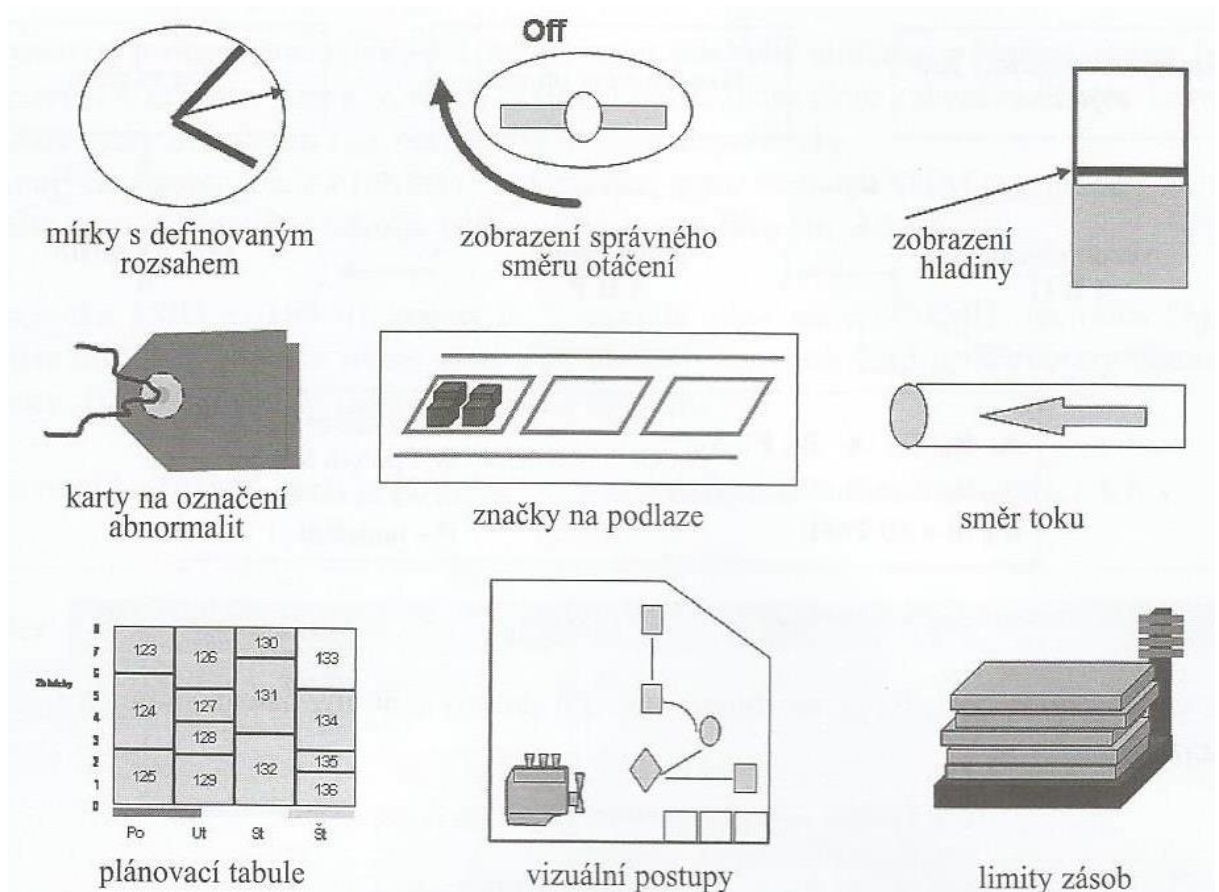


Obrázek 3: Buňkové uspořádání pracoviště [3]

**VIZUALIZACE** - je důležitým prvkem všech štíhlých podnikových procesů. Pomocí vizualizace zjišťujeme, jakou rychlostí probíhá daný proces, co je standardní průběh procesu a co nestandardní, jaká je kvalita, produktivita a efektivnost procesu. Pomocí vizualizace procesů je možné předcházet chybám. Napomáhá také správné komunikaci na pracovišti a zviditelnění hlavních cílů a výsledků [3] [14].

Mezi základní prvky vizualizace na pracovišti můžeme zařadit následující:

- tabule výrobního týmu,
- kanbanové karty,
- červené kartičky,
- čáry limitů,
- označení ploch na podlaze,
- postup práce,
- označení neshodných výrobků,
- tabule chyb, plánovací a taktovací tabule,
- checklisty,
- fotografie apod [3].



Obrázek 4: Příklady vizualizace na pracovišti [2]

**TÝMOVÁ PRÁCE** - je základem pro správné fungování většiny prvků štíhlého podniku. V každém podniku je velmi důležitá správná komunikace a spolupráce mezi lidmi, z toho důvodu je potřeba zapojovat pracovníky do projektových a procesních týmů. Proto, aby probíhala týmová práce, je třeba vytvořit vhodné prostorové a organizační podmínky. Většinou je důležité změnit layout a vytvořit výrobní buňky [3] [15].



**SMED** (Single Minute Exchange of Die) - rychlé změny výrobního sortimentu.

Metoda SMED má většinou dva cíle. Prvním je získat část kapacity stroje, která se ztrácí zdlouhavým přestavováním. Druhým cílem je zajistit rychlý přechod z jednoho typu výrobku na druhý, a tím umožnit výrobu v malých dávkách [3].

**KAIZEN** je japonské slovo, které v češtině znamená neustálé zlepšování. Je velmi důležité, aby pracovníci, kteří v podniku pracují, viděli problémy, upozorňovali na ně a aktivně odstraňovali jejich příčiny. Nikdo jiný nemá tolik zkušeností a poznatků z procesu, jako člověk, který tam přímo pracuje [3].

**TPM** (Total Productive Maintenance) - totálně produktivní údržba. Hlavním cílem je zvyšovat produktivitu zařízení tím, že se redukuje všechen čas, který ubírá danému stroji kapacitu. Mezi aktivity TPM patří zvyšování výkonnosti firmy, zapojení všech pracovníků do zlepšování, postupné zvyšování efektivnosti zařízení, růst kvalifikace pracovníků údržby i všech operátorů, vytvoření vyhovujících pracovních podmínek a v neposlední řadě eliminace poruch, abnormalit a všech ztrát na stroji. Důležitá je zde spolupráce výrobních pracovníků s pracovníky údržby [3].

**Procesy kvality a standardizovaná práce** jsou základem každé výroby. Kvalita není několikanásobná kontrola ani přísné směrnice kvality. Jedná se o okamžité zjištění jakékoliv chyby, okamžité reagování na ni, hledání a odstraňování příčiny vzniku nekvality. Pokud chce podnik správně standardizovat práci, je nutné umět správně analyzovat a měřit [3].

### **2.1.1 Omezení a rizika štíhlého pracoviště**

Pokud chceme v podniku implementovat štíhlé pracoviště, mohou nastat různá omezení a rizika, která z této implementace vychází. Omezení a rizika jsou následující:

1. Analýza a měření práce se musí vykonávat s přímou spoluprací pracovníků na daném pracovišti.
2. Pokud lidé zjistí, co se na pracovišti děje, začnou mít obavu ze zkracování výkonových norem.
3. Může se také stát, že dojde k chybné interpretaci – měření práce není normováním, naměřený čas není výkonová norma.
4. Pokud nemá pověřená osoba dostatečnou znalost metod, vede to obvykle k nesprávným výsledkům.
5. Nízká produktivita měření práce s pomocí metod předdefinovaných časů.
6. Někdy není možnost měnit konstrukci výrobních zařízení z toho důvodu, že mateřská firma má vývoj a přípravu výroby v zahraničí a její inženýři nedostatečně akceptují připomínky výrobních pracovníků z východní části Evropy.
7. Pokud není ve firmě správně nastaven motivační systém a systém odměňování, mají pracovníci odpor vůči všem formám zvyšování produktivity.
8. Nesouhlas může být i ze strany odborářů, kteří se někdy domnívají, že štíhlé pracoviště znamená vykořisťování pracovníků.

9. Nesprávně vybrané pracoviště, kdy náklady na zeštíhlení pracoviště mohou vysoce převyšovat přínosy [3].

### 2.1.2 Štíhlá logistika

#### **Milk Run**

Jedná se o jednu z technik štíhlé výroby, která se může využít jak pro interní, tak externí zásobování podniku. Externí Milk Run je realizován mezi dodavatelem a podnikem, kdy dodavatel dováží materiál do skladu podniku. Existují ale případy, kdy dodavatel materiál zaváží po přesných logistických trasách a časech přímo na pracoviště výrobní linky, což je prakticky nejvyšší stupeň štíhlé logistiky. Dodavatel a podnik musí zvážit výhody a nevýhody tohoto systému a rozhodnout se, jestli tento způsob dodávek se finančně vyplatí a je tím pravým řešením pro daný podnik. Interní Milk Run je realizován pouze podnikem. Materiál se dopravuje ze skladu po přesných logistických trasách a časech na pracoviště výrobní linky. Transport může být prováděn pomocí vláčku, jeřábu, vysokozdvižných vozíků, atd. Při vyložení nového materiálu je zvykem, že se na zpáteční cestě odváží již prázdné obaly z předchozí dávky. Technika Milk Run je využívána při větších vzdálenostech mezi procesy [9].

#### **Water spider**

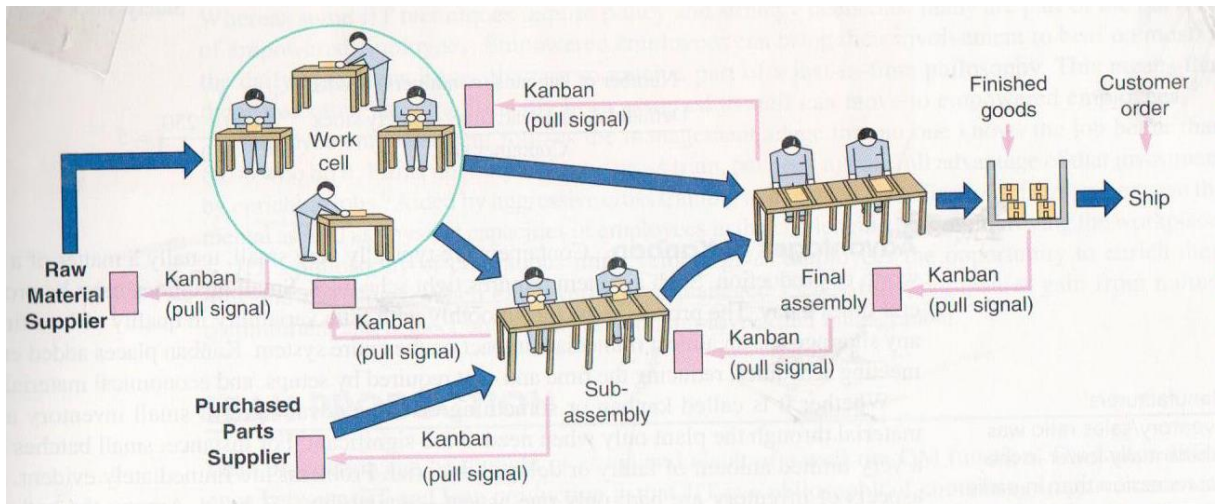
Je osoba, která je odpovědná za doplňování materiálu na pracoviště linky. Může také provádět dohled a školení nových pracovníků. Díky přínosu water spidera se mohou operátoři plně věnovat činnostem, které výrobku přidávají hodnotu. Techniku water spidera je vhodné využít, pokud jsou dopravní vzdálenosti krátké, na rozdíl od Milk Runu [9].

#### **PFEP (Plan for every part)**

PFEP, neboli plán pro každou součást, podává základní informace o součástech výrobní linky. Monitorování začíná u dodavatele součástí, kde se ujišťuje, v jakém množství přichází, jak je dodavatel vzdálený, jaké jsou náklady na dopravu po samotném zavezení na linku, opět v jakém množství atd.

Sběr potřebných údajů pomáhá k nastavení optimálního logistického toku materiálu s ohledem na náklady na dopravu, přehlednost na pracovišti a místa na pracovišti. Tím dokáže výrazně snížit logistické náklady a zvýšit průtok materiálu výrobní linkou [3] [8].

**Kanban** je systém, jak ve firmě používat efektivně PULL Systém. Je to japonské slovo pro „kartu“. Ve výrobě Kanban odpovídá standardizované dávce, která postupuje mezi pracovišti. Je to vlastně stále stejná, standardizovaná objednávka materiálu od jednoho pracoviště (interního zákazníka), který ji posílá na předchozí pracoviště, aby dostal požadovaný materiál na další práci. Bez Kanbanu nelze nic získat. Tímto způsobem se vyloučí tvorba nadměrných zásob [3].



Obrázek 5: Kanban systém [3]

### 2.1.3 Štíhlý dodavatelský řetězec

Představuje vytvoření hladkého toku materiálu celým řetězcem od dodavatelů materiálu, přes výrobu až k dodávkám zákazníkům.

K tomuto cíli je třeba, aby firmy sdílely společně některé informace o prodeji a mohly rychle reagovat výrobou potřebných dílů a součástí, bez zpožděných objednávek.

#### Dodavatelský řetězec

Podpora dodavatelského řetězce je zásadní pro zavádění štíhlé výroby.

Dodavatelé musí být spolehliví a jejich výroba a dodávky musí být synchronizované s potřebami zákazníků, které zásobují [3] [15].

Snaha je vytvořit partnerské vztahy, vyjadřují vyšší úroveň spolupráce. Hlavní dodavatelé, aby i oni byli „štíhlý“. Výsledkem pak jsou: dlouhodobě dodavatelské zakázky (víceleté), synchronizovaná výroba, certifikace dodavatelů, smíšené dodávky v malých množstvích, dodržování přesných dodacích plánů, umístit zdroj dodávek do největší blízkosti montážního závodu [3] [15].

## 2.2 Výhody a nevýhody štíhlé výroby

#### Výhody štíhlé výroby

- Snížení objemu zásob,
- Zvýšená kvalita,
- Snížení nákladů,
- Menší potřeba prostoru,
- Kratší dodací lhůty,
- Zvýšená produktivita,
- Větší flexibilita,
- Lepší vztahy s dodavateli,
- Zjednodušené plánování a kontrola,
- Zvýšení kapacit,
- Lepší využití lidských zdrojů,
- Větší variabilita výrobků [3].

### **Nevýhody štíhlé výroby**

Štíhlá výroba není vhodná pro všechny podniky.

Rozhodující je vytvoření toku, stanovit čas taktu, používat kanbany pro kontrolu výroby. Takový požadavek se obtížně zavádí tam, kde je velká variabilita poptávky a tedy i výroby a v systému by muselo být velké množství kanbanů, nebo kde je výroba zakázková.

Těžko se uplatňuje i tam, kde se objeví neočekávané změny, například požár zničí část závodu, v odběratelských státech jsou četné stávky, teroristické útoky aj. a to vše znemožňuje pravidelnou výrobu.

Přes tyto negativní stránky lze vždy využívat alespoň některé prvky štíhlé výroby a přizpůsobovat ji potřebám výrobků, procesů a zákazníků [3].

V této části jsou popsány vize štíhlého podniku, za jejichž dosažením vede velmi dlouhá cesta. Jedním z hlavních pilířů je štíhlá výrobní linka. Její štíhlost je podporována již z výše zmíněných štíhlých pracovišť, štíhlé logistiky, nástroji štíhlé výroby atd., ale to zdaleka nestačí. Aby linka byla štíhlá, musí se změřit, analyzovat procesy úkony a vybalancovat.

Analýza a měření práce spolu s Teorií balancování jsou popsány v dalších kapitolách.

### 3 Analýza a měření práce

Analýza a měření práce patří mezi základní znalost průmyslových inženýrů a Lean specialistů. Jsou poměrně jednoduchým a zároveň velmi účinným nástrojem v boji proti plýtvání a neefektivnosti v procesech. Pod názvem analýza a měření práce si můžeme představit aktivity vedoucí k definování optimálního pracovního postupu a určení spotřeby času pro jednotlivé činnosti [5].

Jak již sám název napovídá, můžeme aktivity související s analýzou a měřením práce rozdělit do dvou základních skupin. Nejprve bychom se měli zabývat analýzou práce, tedy studiem pracovních metod s cílem identifikovat plýtvání a neproduktivní činnosti, a následně zjednodušit vykonávanou práci. Výstupem je nový, optimální pracovní postup. Teprve ve druhé fázi bychom se měli zabývat měřením práce, tedy určením spotřeby času dané činnosti. Analýza práce není mnohdy o ničem jiném než o detailním sledování pracovního postupu, zapojení selského rozumu a neustálém kladení si otázek, zda danou operaci vykonáváme tím nejlepším možným způsobem, či je možné některé úkony eliminovat, sloučit nebo jinak zjednodušit. Z hlediska používaných metod se jedná o základní analytické nástroje, jako jsou procesní analýzy a diagramy, spaghetti diagramy či mapování toku hodnot. Podrobněji jsou tyto metody popsány v článku [5].

Jsou to dvě strany jedné mince a nemohou efektivně fungovat jedna bez druhé. To si řada firem i samotných pracovníků zabývajících se zlepšováním procesů neuvědomuje a především oblast analýzy práce podceňují. Při měření práce se primárně snaží co nej přesněji určit spotřebu času jednotlivých operací. Výsledná norma je potom velmi často pouze jakýmsi popsáním současného stavu bez reálného dopadu na zvýšení produktivity. Měření práce bývá potom zatracováno s tím, že nepřináší kýžený efekt. Jeho síla je však právě v analýze pracovních postupů s cílem navrhnout co možná nejefektivnější způsob vykonávání dané činnosti. Měření práce by mělo pouze sloužit jako číselné vyjádření nárůstu produktivity při použití nového postupu a slouží pro stanovení objektivní normy spotřeby času [5].

#### 3.1 Měření práce

Cílem měření práce je určit co nejobjektivnější normu spotřeby času. Měření času je možno provádět různými postupy a to pomocí:

- hrubých odhadů,
- kvalifikovaných odhadů,
- využití historických údajů,
- časových studií, pomocí přímého měření,
- systémů předem určených časů [12].

##### **Přímé měření**

Jedná se o stanovení spotřeby času za pomoci stopek, standardizovaných formulářů, případně softwaru. Rozlišují se dva základní přístupy v oblasti přímého měření. Pokud sledujeme pracovníka a činnosti, které provádí, jedná se o snímek pracovního dne. Pokud je cílem sledování určení času operace, mluvíme o chronometráži. V této práci bude použit jak snímek pracovního dne operátora, tak chronometráž [5].

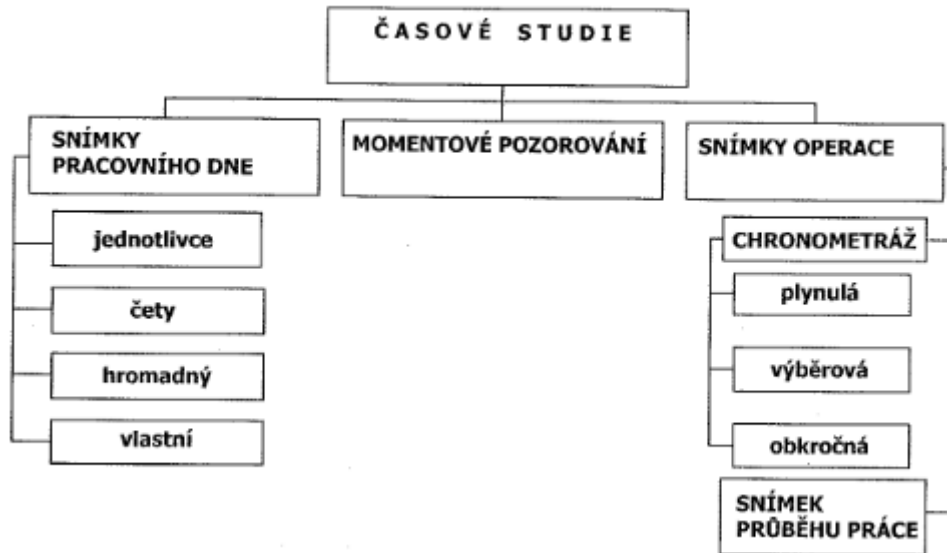
##### **Nepřímé měření**

Cílem nepřímého měření je rozbor jednotlivých úkonů na základní pohyby, kterým je následně přiřazen index odpovídající určité spotřebě času. Všechny systémy předem definovaných časů pracují s jednotkou TMU (Time Measurement Units). 1 TMU = 0,036 s. Využívají se dvě

metody, metoda Most a metoda MTM. Tyto metody nebudou dále rozepisovány, jelikož časové hodnoty operací již byly vypočteny vývojovým střediskem Carrieru a zaslány společně s výrobní dokumentací produktu [5].

### 3.2 Druhy časových studií

Druhy časových studií, které se nejčastěji používají k měření spotřeby času, jsou znázorněny na obrázku níže. Tyto metody budou popsány v následující podkapitole.



Obrázek 6: Druhy časových studií [13]

#### Snímky pracovního dne

Snímek pracovního dne patří k formě přímého měření spotřeby času. Při této metodě se nepřetržitě měří a zaznamenává spotřeba času po dobu celé pracovní směny pracovníka nebo výrobního stroje. Cílem je změřit spotřebu času ve směně, zaměřit se také na velikost přestávek, ztrát a jejich příčin a následně na podíl jednotlivých časů v celkovém čase [13].

V praxi často využívány následující druhy snímků:

- snímek pracovního dne jednotlivce,
- snímek pracovního dne čety,
- hromadný snímek pracovního dne,
- vlastní snímek pracovního dne [7].

### **Jednotlivé druhy snímků pracovního dne:**

**Snímek pracovního dne jednotlivce:** nejvíce využívaný. Objektem pozorování je vždy jeden pracovník, který pracuje na jednom konkrétním pracovišti. Jedná se zde o detailní zachycení informací o využití času při pracovní směně [7].

**Snímek pracovního dne čety:** na jednom pracovišti se pozoruje skupina pracovníků, kteří pracují na hromadném úkolu. Je nutné pozorovat jak úkoly vykonávané jednotlivci, tak úkoly vykonávané celou pracovní četou [7].

**Hromadný snímek pracovního dne:** při provádění tohoto snímku je nutné pozorování několika pracovníků, kteří provádějí samostatnou práci. Pozorovatel v pravidelných intervalech obchází sledované pracovníky v průběhu celé směny. Do pozorovacího listu pracovníka zaznamenává činnosti, které pracovník vykonává právě v danou chvíli [7].

**Snímek vlastního pracovního dne:** provádí sám pracovník.

**Snímek obsluhy více strojů jedním pracovníkem:** je nutné pozorovat pracovníka při obsluze všech strojů. Účelem tohoto snímku je především odstranění čekání pracovníka [7].

Při procesu snímkování je dobrá příležitost k zjišťování informací o lince přímo od zaměstnanců, kteří se na lince pohybují. Pokud komunikujeme přímo s pracovníky, dozvíme se řadu důležitých informací, které během pozorování nepostřehneme. Tyto informace nám mohou pomoci při řešení daného problému [7].

### **Snímek operace (chronometráž)**

Snímek operace se provádí, pokud pozorujeme a měříme spotřebu času při vykonávání pravidelně se opakujících činností. Cílem snímku operace je určit skutečnou spotřebu času při vykonávání jednotlivých částí operace.

#### **Etapy chronometráže:**

**1. Příprava k pozorování a měření:** první etapa zahrnuje výběr pracoviště a daného pracovníka, rozdělení operace na jednotlivé úkony a následně určení doby trvání snímku. V této etapě je důležitý cíl chronometráže. Pokud je cílem studium pokrokových metod, sledujeme nejlepší pracovníky. Pokud se zaměřujeme na příčiny neplnění norem, pozorujeme pracovníky pracující pomaleji. Je-li cílem získání podkladů pro vytvoření normativů času, zaměříme se na pracovníka, který má dostatečnou kvalifikaci, odvádí výrobky požadované kvality a dodržuje předpisy bezpečnosti práce. Důležité je, aby každý pozorovaný pracovník byl seznámen s účelem chronometráže [7].

**2. Pozorování a měření:** zaznamenávání úkonů, měření stopkami a zapisování naměřených údajů do formuláře. Je nutné zapisovat postupný čas, ze kterého se počítá jednotlivý čas až po ukončení celého měření [7].

**3. Zpracování a analýza naměřených hodnot:** Časy se shromažďují do časových řad, ze kterých se pak vyloučí velmi se odchyloující hodnoty [7].

**Druhy snímku operace:**

**Plynulý:** kombinace snímku pracovního dne a chronometráže. Využívá se především v malosériové výrobě [7].

**Výběrový:** předmětem pozorování jsou jen vybrané operace. Využíváný v případě, že se operace nevykonávají v pravidelných cyklech [7].

**Obkročný:** využíváný v případě, že je třeba zjistit spotřebu času při velmi krátkých a opakujících se operacích [7].

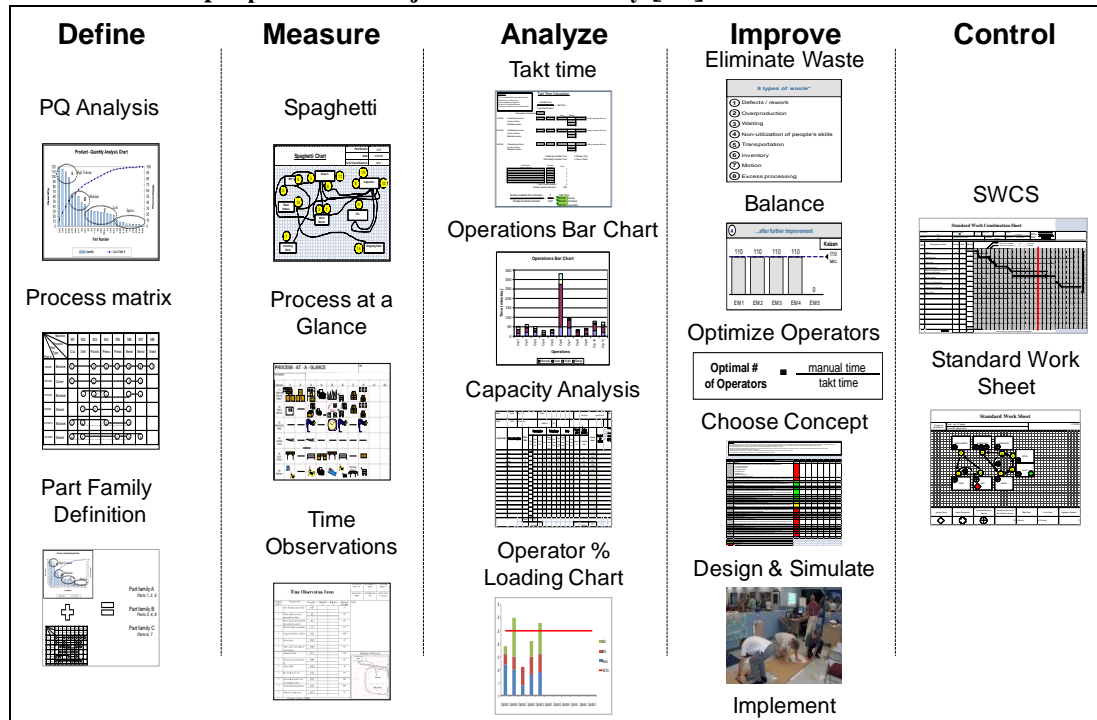


## 4 Teorie balancování linek

Balancování linek je zaměřené na maximální využití zařízení do optimalizovaných výrobních buněk, zajišťujících pulzující tok neustále opečovávaných požadavků zákazníka.

Postup balancování linky se skládá podle Six Sigma z pěti kroků, ve zkratce DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control), dále se využíval český ekvivalent DMAIK (Definuj, Měř, Analyzuj, Inovuj a Kontroluj) [10] [11].

Tabulka 2: Postup + příklad nástrojů balancování linky [11]



### 4.1 Vytvoření dobré atmosféry a nadšení pro změnu

Jednou z hlavních překážek, se kterou se setkáváme v průběhu transformace, jsou obavy lidí, kterých se změna organizace práce bude týkat. Proto je nutné s tím počítat a zvolit vhodnou strategii pro přípravu a zapojení lidí v průběhu projektu [10].

Tyto obavy většinou pramení z nedůvěry, zda nový systém vůbec může fungovat a jaký to bude mít vliv na jednotlivce. Osvědčeným řešením je zajištění série tréninků formou simulace návrhu montážních linek pro výrobu modelových produktů = jednoduchých skládaček dostupných v hračkářství. Všichni tak mají možnost "zažít si" celý průběh transformace od návrhu technologického postupu přes prvotní uspořádání linky až po vícekolové hledání dalších optimalizací [10].

Tímto způsobem rovněž získáte možnost identifikovat talenty pro užší implementační tým, který bude mít předpoklady, tj. nadšení a odvahu hledat nové řešení a potýkat se s překážkami během projektu [10].

Dále se ujistěte, že v průběhu celého projektu má každý možnost sdílet své obavy a klást otázky, které mohou být velice cennými podněty k dalšímu zamyšlení a přispět k vyšší kvalitě a robustnosti návrhu. Tento přístup výrazně pomůže při implementaci a zavedení linky do standardního provozu [10].

## 4.2 Definuj

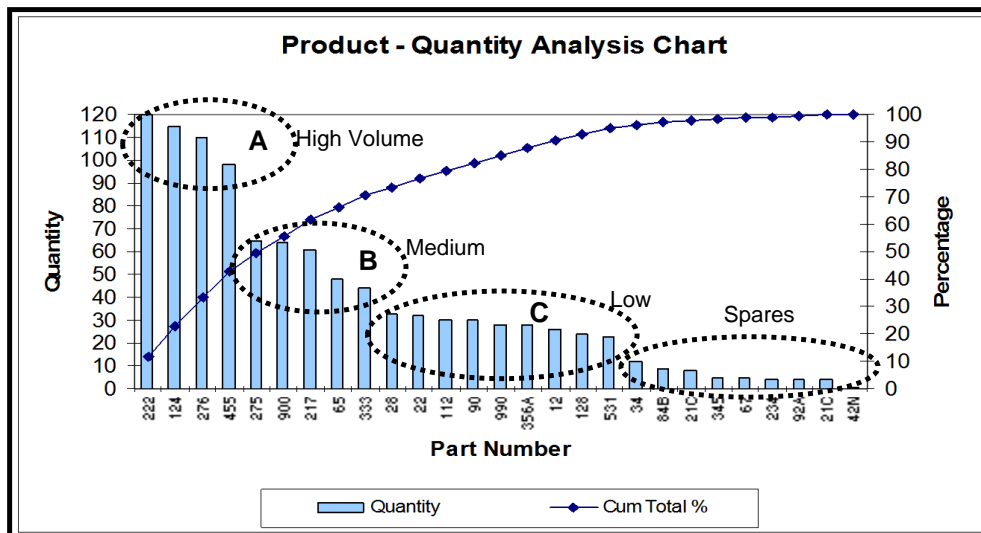
V prvním kroku Definuj se využívají tři nástroje: analýza ABC, Procesní matice a Definování rodnin výrobků, které pomáhají vybrat vhodný výrobek na danou výrobní linku, popřípadě jestli je možné / vhodné vyrábět jiný výrobek na téže lince [11].

### 1. Analýza ABC

ABC analýza pomáhá vybrat "správný" výrobek nebo skupinu výrobků pro výrobní buňku. Správný výrobek je charakteristický tím, že svým objemem představuje 70% spotřeby času. Tento čas chceme optimálně zorganizovat, protože každé plýtvání, které je systematicky zažité v procesu, se mnohonásobně opakuje. Nejčastěji používaným nástrojem pro identifikaci tohoto výrobku je ABC analýza [10] [11].

ABC analýza vychází z Paretova pravidla (nebo tzv. pravidla 80/20): velmi často zhruba 80 % důsledků vyplývá přibližně z 20 % počtu všech možných příčin. V našem případě můžeme použít analogii, že 80% všech nákladů je spotřebováno při výrobě 20% sortimentu. Uvedená čísla 80 % a 20 % neplatí absolutně. V konkrétních případech budou více či méně odlišná [10] [11].

Při grafickém vyjádření se u této analýzy uspořádají objemy výrobků za určité období. Vyjádření má procentuální charakter [10] [11].



Obrázek 7: Analýza ABC (příklad) [11]

### 2. Procesní matice

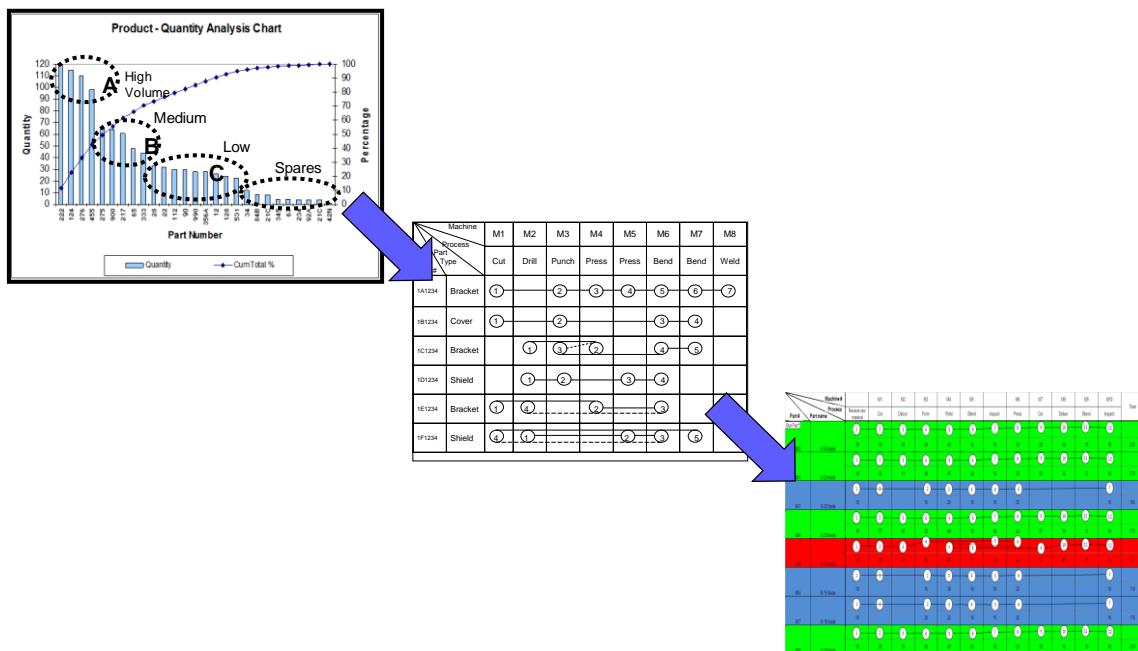
Procesní matice popisuje procesy, kterými výrobek prochází, a v kombinaci s ABC analýzou vyzdvihne, které výrobky by měly být zpracovány ve společné buňce. Popř. přepracovat výrobu výrobků tak, aby více odpovídaly výrobě ostatních výrobků [11].

**Tabulka 3: Procesní matice (příklad) [11]**

Machine Process Part name Part #	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total Work Content
	Cut	Drill	Punch	Press	Press	Bend	Bend	Weld	
1A1234 Bracket	①		②	③	④	⑤	⑥	⑦	
	65		10	20	25	10	12	22	159
1B1234 Cover	①		②			③	④		
	52		9			10	10		81
1C1234 Bracket		①	③	②		④	⑤		
		20	12	20		10	11		73
1D1234 Shield		①	②		③	④			
		20	11		20	10			61
1E1234 Bracket	①	④		②		③			
	60	20		20		10			110
1F1234 Shield	④	①			②	③	⑤		
	58	15			25	10	13		121

### 3. Definování rodin výrobků

Definování rodin výrobků je krok, který vychází z analýzy ABC a Procesní matice a stanovuje tzv. rodiny výrobků, která se budou vyrábět buď na stejné lince, nebo ve stejné sekvenci [11].



**Obrázek 8: Definice rodin výrobků (příklad) [11]**

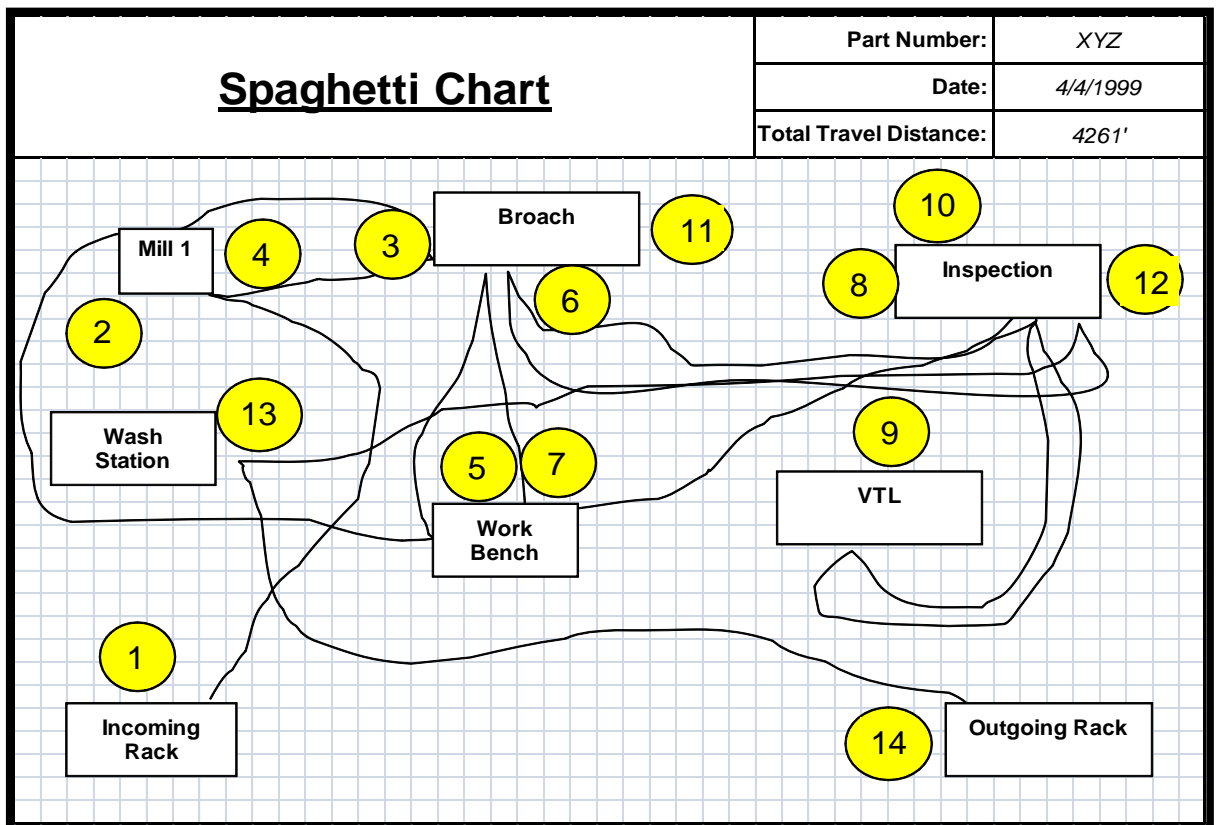
V posledním kroku se vyznačily výrobky, které procházejí stejnými nebo podobnými procesy v akceptovatelných sekvencích a je možné / vhodné, je vyrábět na stejné lince.

### 4.3 Měř

V druhém kroku Měř se přesouvají členové balancování přímo na linku a analyzují proces výroby, využívají se při tom tři nástroje Spaghetti diagram, Schématická vizualizace činností a Časové měření činností [11].

#### 1. Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je v mnohých případech označován i jako Spaghetti Chart, zejména v anglické literatuře. Diagram graficky ilustruje tok produktu a lidí skrz výrobu, zatímco identifikuje kroky, které přidávají a které nepřidávají produktu hodnotu, a zjistí plýtvání. Při aplikaci tohoto nástroje se podrobně přerýsuje pracoviště podle aktuálního stavu. Nástroj Spaghetti diagram slouží k monitorování vzdálenosti a tvaru trajektorie, kterou pracovník ujde při sestavování produktu [11].



Obrázek 9: Spaghetti diagram (příklad) [11]

#### 2. Schématická vizualizace činností

Schématická vizualizace činností, která je převzatá z anglické literatury, kde je zmiňována pod pojmem Process at a glance. Tento nástroj ilustruje procesy a komponenty potřebné pro operace v rámci procesů pro dané části. Snadno identifikujete odpad, zdvojování a oblasti pro zlepšení [11].

### Instrukce pro tvorbu

1. Seznam čísel operací nahoře
2. Znázorněte v každém sloupci následující položky, které se týkají konkrétního procesu:
  1. Nakreslete skicu (nebo obrázek) toho, jak součást vypadá v procesu
  2. Nakreslete skicu (nebo obrázek) pracovní metody v tomto procesu
  3. Nakreslete skicu (nebo obrázek) měření/měřicí metody v tomto procesu
  4. Nakreslete skicu (nebo obrázek) řezného nástroje použitého v tomto procesu
  5. Nakreslete skicu (nebo obrázek) šablon nebo upínacích zařízení a použití v tomto procesu
  6. Nakreslete skicu (nebo obrázek) strojů použitých v tomto procesu [11]

**Tabulka 4: Schématická vizualizace činností (příklad) [11]**

PROCESS - AT - A - GLANCE										Date
Part Number	Takt Time				One-Piece-Flow			Pull System		
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
(1) Material Process Sketch										
(2) Work Method										
(3) Measuring Gage										
(4) Cutting Tools										
(5) Jig or Fixture										
(6) Machine										

### 3. Časové měření činností

Časové měření činností, pro které se také využívá výraz z anglické literatury Observation Form, monitoruje úkony, operátory a činnosti, které vyžaduje proces výroby. Cílem nástroje je vhodné rozdělení úkonů, u kterých se změří doba trvání. V tomto mapování musí být rozdělení časů na ty, které přidávají hodnotu, nepřidávají hodnotu, nebo automatické (když běží stroj). Pozorování musí být provedeno pro každého pracovníka a musí se rozpoznat, na jakém pracovišti časy byly naměřené. Níže je uveden příklad záznamového archu a instrukce, jak se postupuje k jeho vyplnění [11].

### Instrukce

1. Převést náčrt z pozorované oblasti ze spaghetti diagramu
2. Vložte součást a úkol, který s ní provádíme
3. Číslo úkolů (1, 2, 3, atd.)
4. Zachovat průběžný tok pro sledování času a zaznamenávat ho do horní části boxu
5. Po dokončení měření časů odečtete čas od předchozího času, abyste dostali čas té jedné činnosti a zaznamenejte v dolní polovině boxu
6. Když jsou opakující se úkoly zaznamenány, tak se vybere a zaznamená nejnížší opakovatelná pozorovaná doba pozorovaného úkolu
7. Napište si poznámky jakýchkoliv neobvyklých událostí a buďte si jistí, že jsou zaznamenávány (manuálně, automaticky, chůzí) a nastavené časy jsou správné [11]

Tabulka 5: Záznamový arch (příklad) [11]

Time Observation Form						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Observed Part #:	Observation Time	Observer Name:
						Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		

#### 4.4 Analyzuj

Při třetím kroku Analyzuj se zjišťuje dobu taktu, známá také pod jménem Takt time. V tomto kroku se analyzují data, která byla sesbíraná v předchozím kroku. Z dat se vytvářejí grafy vytižení operací, operátorů a kapacitní analýza strojů, které jsou popsány níže [11].

##### 1. Doba taktu

Takt zákazníka je interval, ve kterém zákazník odebírá hotový výrobek nebo službu. Na jeho základě si vytvoříme představu, v jakém tempu se má výrobek posouvat mezi jednotlivými operacemi, abychom umožnili "tok práce" a splnili požadavky zákazníka. Výpočet vychází z:

- dostupné pracovní doby (směna, týden, měsíc...),
- potřeb zákazníka v kusech (m, kg...) za uvedené období.

Takt zákazníka = celková pracovní doba / celkový požadavek výroby = sek(min.,hod.,den) / ks(m,m<sup>2</sup>,kg) [11].

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Dostupná pracovní doba za směnu}}{\text{Poptávka zákazníků za směnu}}$$

**Příklad**

8-hodinový provoz  
 30 minut na oběd; Dvě – 10ti minutové přestávky  
 K dispozici pracovní doba = 480 min - 50 min = 430 min  
 poptávka zákazníků: 990 dílů za den

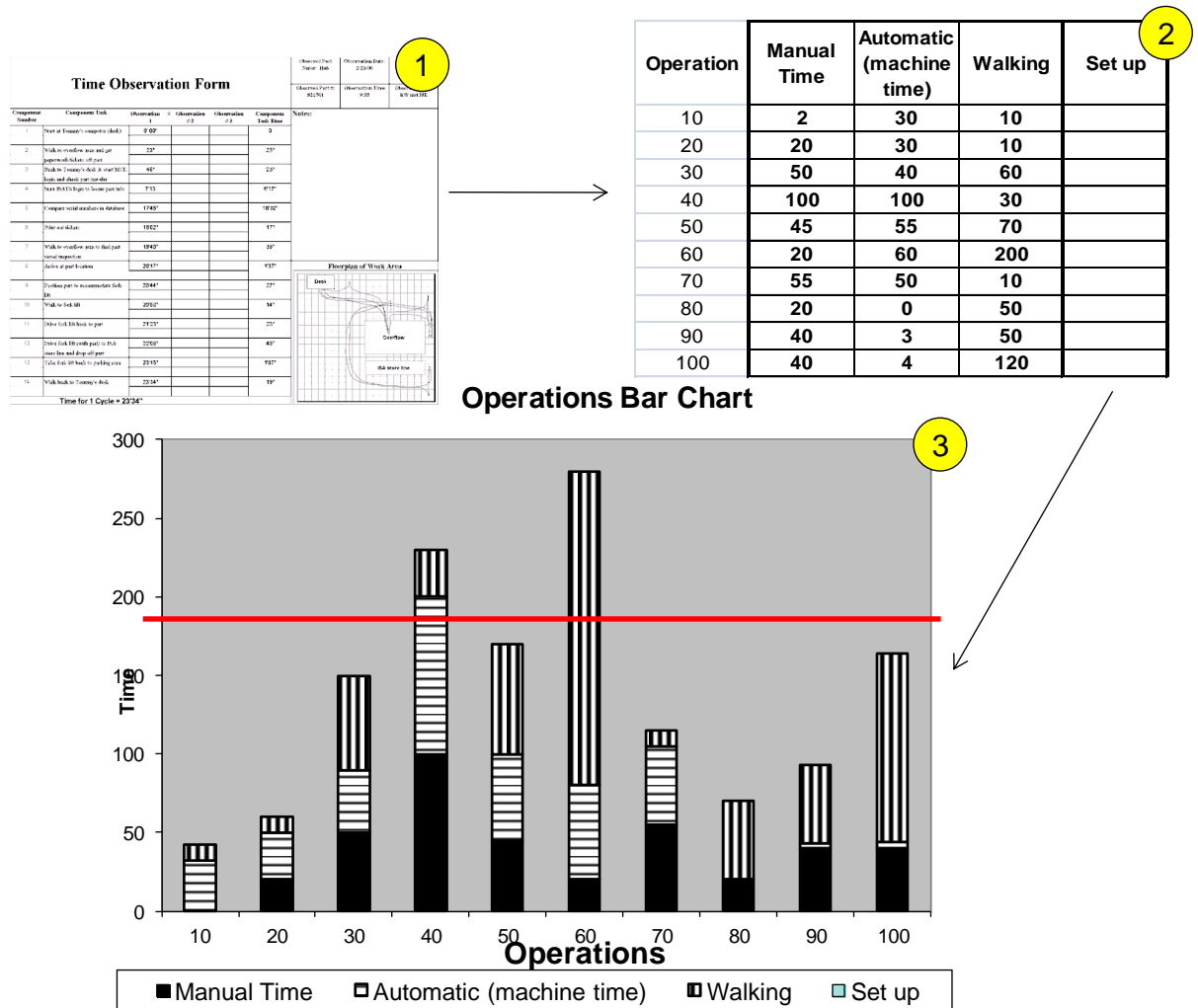
Výpočet ukazuje, porozumění poptávky zákazníků pro buňku. Takt musí být takový, abychom byli schopni naplnit zákaznickovi požadavky (poptávku).

$$\text{Takt time} = \frac{430 \text{ min}}{990 \text{ dílů}} = 25 \text{ sekund}$$

Obrázek 10: Doba taktu výpočet (příklad) [11]

**2. Vytíženost operací**

Použití časových záznamníků se záměrem rozdělit čas u operací na manuální, automatický, chůzi a čas nastavování pro každou operaci. Seznam operací je podle toho, jak teče materiál [11].



Obrázek 11: Graf vytížení operací (příklad) [11]

### 3. Analýza vytíženosti strojů

Analýza vytížení strojů pomáhá porozumět, jestli vybavení podporuje dobu taktu. Demonstruje maximální kapacitu, jakou je vybavení schopno vyprodukovat, tento čas nazýváme automatický. V případě, že např. stroj opracovává součást příliš dlouho a překročí dobu taktu, stává se z něj „úzké místo“, místo, které brzdí tok výroby. Když takový případ nastane, nemá smysl zrychlovat ostatní pracoviště, protože by se produkt stejně před „úzkým“ brzdil a vznikaly zásoby na pracovišti, což není žádoucí [11].

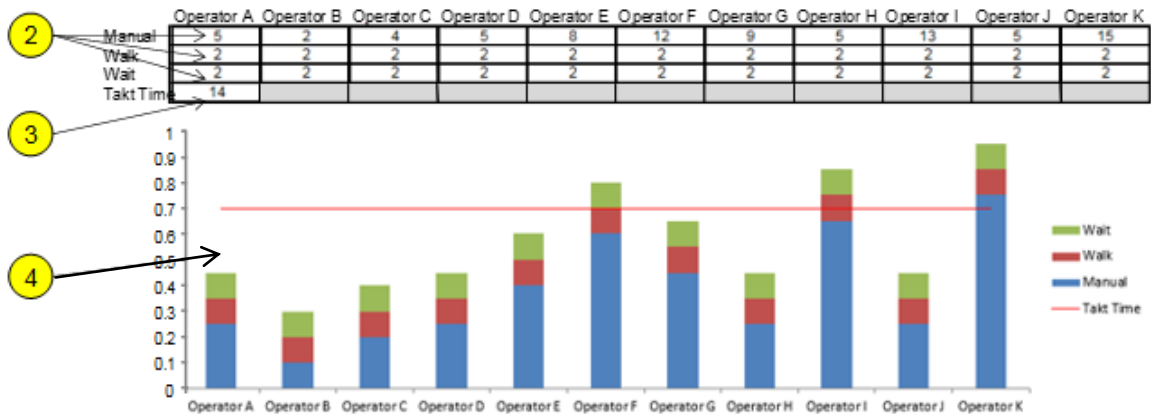
Tabulka 6: Analýza vytíženosti strojů (příklad) [11]

Manager		Part no.	Line name		Current output:										
Supervisor		Part name	Available Time		2040										
Operation number	Process Description	Machine number	Processing time			Tooling Change			Set up			Process yield	Machine availability	Processing capacity	
			Walking Time	Manual Task Time	Auto. Run Time	Total	Average # of pieces between tool changes	Time to change tooling	Tooling change time per piece	Average # of pieces between set ups	Time to set up	Set up time per piece	Average yield in %		% available when needed
1	Čekání na vychladnutí/Waiting for cooling parts	M0	0	0	420	420	0	0	0	0	0	0	100%	100%	6,3
2	Odsávání/Suction	M1	35	39	1900	1939	0	0	0	0	0	0	100%	100%	1,4
3	Plnění/Filling	M2	30	28	600	628	0	0	0	0	0	0	100%	100%	4,2
		Sub Totals	65	67											
					Total Human Time	132						Max Output	1,4		

V ukázce kapacitní analýzy je vidět, který stroj, nebo automatická činnost je nejpomalejší. Tabulka automaticky porovnává dobu taktu s délkou nejpomalejší činnosti a je zde zřejmé, že i nejpomalejší činnost dokáže vyprodukovat 1,4 produktu v daném taktu, což je více než dostačující.

### 4. Vytíženost pracovníků

Do grafu se zaznamenává čas každého pracovníka, který je ještě rozdělen na manuální, čekání a chůzi. Je rozdílný od grafu operací, kde se zaznamenával manuální, automatický, nastavovací čas a chůze [11].



1 Manual, walk and wait are derived from Time Observation Form / Capacity Analysis

Obrázek 12: Graf vytíženosti pracovníků (příklad) [11]



Instrukce:

1. Shrňeme čas manuální práce, chození a čekání (ne automatickou práci) pro každého operátora, jak je uvedeno v Kapacitní analýze a Pozorovacím formuláři;
2. Vložte manuální práci, chození a čekání pro každého operátora v tabulce níže;
3. Vložte dobu taktu v buňce B14. Buďte si jistí, že vložená hodnota se shoduje s jednotkami použitými níže (sekundy, minuty, atd.);
4. Vyplňte sloupcový graf (vyplní se automaticky, jestliže použijete šablonu) [11].

## 4.5 Inovuj

Při čtvrtém kroku Inovuj se využívá pět nástrojů, Eliminování odpadu, Balancování, Optimalizace pracovníků, Výběr konceptu a Implementace. Optimalizace buňky je proces, kdy se ze stávajícího základního procesu odstraní odpad aplikací lean principů na vytvoření co nejefektivnější linky, jak jen je možné.

Implementací výše zmíněných nástrojů vznikne vybalancovaná linka, na které je každý operátor stejně časově vytížen.

Je důležité, aby každý operátor byl stejně vytížen, to znamená, aby měl stejně dlouhý cyklový čas (čas, za který vykoná práci na svém pracovišti a přesune výrobek na další pracoviště).

Například jakmile by jeden operátor měl o hodně kratší cyklový čas než ten následující, to znamená, že by stihl vyrobit více výrobků, začnou se před dalším operátorem shromažďovat/kupit. Tímto vznikají zásoby, vzniká zbytečná manipulace s výrobky, výrobky se mohou poškodit (čím méně se s výrobky manipuluje, tím lépe), nedohledatelnost šarží výrobků (kvůli případné zpětné identifikaci vadných výrobků).

Výše zmíněné případné problémy jsou označovány jako druhy plýtvání a účelem balancování, je tyto problémy odstranit [11].

### 1. Odstranění odpadu

V tomto kroku se odstraňuje plýtvání, které na lince vzniká, zaměřuje se na 8 typů.

Eight types of waste*	
①	Defects / rework
②	Overproduction
③	Waiting
④	Non-utilization of people's skills
⑤	Transportation
⑥	Inventory
⑦	Motion
⑧	Excess processing

Obrázek 13: Osm typů odpadů [11]

Na obrázku jsou vizualizované jednotlivé druhy odpadu, které jsou převzaty z anglické literatury a dále budou vyjádřeny českými ekvivalenty 1. Defekty /nutnost přepracování, 2. Nadprodukce, 3. Čekání, 4. Nevyužitý potenciál pracovníků, 5. Transport (velké vzdálenosti), 6. Velké zásoby, 7. Zbytečná manipulace, 8. Nadměrné zpracování.

## 2. Balancování

Ve fázi balancování se vyvažuje a přerozděluje práce na pracovištích tak, aby všechna pracoviště odpovídala době taktu. Časy jsou rozdělené na manuální, automatický, nastavovací čas a chůze [11].

## 3. Optimalizace pracovníků

Do grafu se zaznamená čas každého pracovníka, který je ještě rozdělen na manuální, čekání a chůzi. Na rozdíl od grafu operací, kde se zaznamenával manuální, automatický, nastavovací čas a chůze [11].

## 4. Výběr konceptu

Účel fáze koncept je vytvoření optimálního rozložení pracoviště, které vede k dosažení vybalancované linky, a tím pomůže splňovat dobu taktu [11].

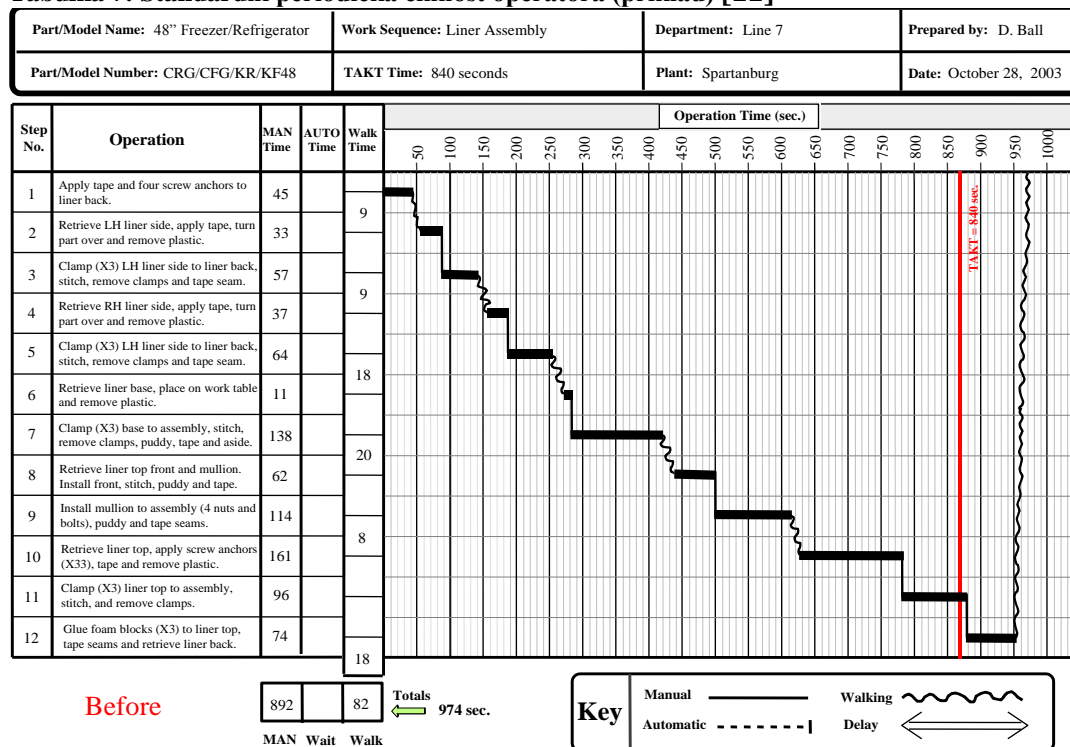
### 4.6 Kontroluj

Při pátém, posledním kroku Kontroluj, se využívá nástrojů k zaznamenání standardní práce operátora známého také jako Standard work combination sheet, standardního rozmístění pracoviště, pro které se využívá výraz Standard Work Sheet a nástroje pro kontrolu výstupu z výrobní linky [11].

#### 1. Standardní periodická činnost operátora

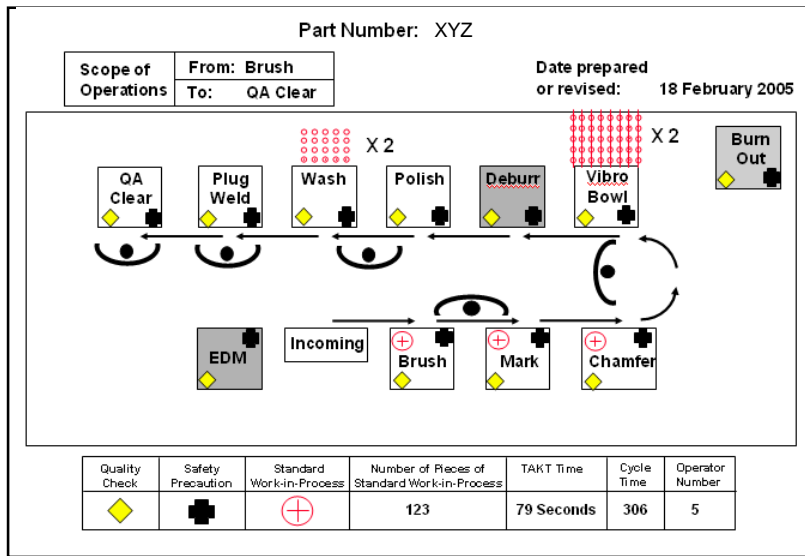
Tabulka k zobrazení pracovní sekvence operátora, neboli vše, co má operátor udělat [11].

Tabulka 7: Standardní periodická činnost operátora (příklad) [11]



### 2. Standardní rozložení pracoviště

Zobrazuje výrobní systém tím, že nastíní tok produktu. Zdůrazňuje takt, pracovní sekvence a opatření procesu (kvalita a bezpečnost) [11].



Obrázek 14: Standardní rozložení pracoviště (příklad) [11]

### 3. Implementační plán

Obsahuje seznam úkolů, zodpovědné osoby, které úkoly mají na starost a datum jejich nejpozdějšího splnění [11].

Tabulka 8: Implementační plán (příklad) [11]

Kaizen Newspaper								85%	
Team Name: TEAM NAME GOES HERE								Total Complete to Plan	
Item	Action Priority	Problem to be Resolved	Action Needed	Action Owner	Action Start Date	Original Action Due Date	Revised Action Due Date	% Complete	
1	A	XX	XX	NAME	01/01/09	01/01/09	01/01/09	0%	
2	A	XX	XX	NAME	01/01/09	01/01/09	01/01/09	50%	
3	A	XX	XX	NAME	01/01/09	01/01/09	01/01/09	75%	
4	A	XX	XX	NAME	01/01/09	01/01/09	01/01/09	100%	
5	A	XX	XX	NAME	01/01/09	01/01/09	01/01/09	100%	
6	A	XX	XX	NAME	01/01/09	01/01/09	01/01/09	100%	
7	A	XX	XX	NAME	01/01/09	01/01/09	01/01/09	100%	
8	A	XX	XX	NAME	01/01/09	01/01/09	01/01/09	100%	
9	A	XX	XX	NAME	01/01/09	01/01/09	01/01/09	100%	

Tyto nástroje štíhlé výroby jsou výborným nástrojem k balancování linky.

Kapitolou Teorie balancování končí část teoretická a dále následuje část praktická, která z ní vychází.

V praktické části bude představena společnost Carrier a představen projekt, který se bude konat. K implementaci projektu budou využity nástroje již míněné v teoretické části a formuláře, které poskytuje systém ACE, ty budou krátce vysvětleny a následně budou využity k monitorování a analýze.

K balancování linky bude sestaven tým z pracovníků, kterých se projekt nejvíce týká, což jsou, vedoucí projektu, mistr a parťák linky, technolog, logistik, zástupce z kvality, zástupce řízení výroby a v neposlední řadě ředitel podniku, který bude na celý projekt dohlížet.

## **5 Představení společnosti a uvedení do problematiky**

Carrier Refrigeration Operation Czech Republic s.r.o. je předním výrobcem chladicích a mrazicích zařízení pro komerční účely. Od roku 2014 vyrábí v České republice také klimatizační jednotky a tepelná čerpadla.

Carrier je součástí divize Climate, Controls & Security, která je dceřinou společností firmy United Technologies Corporation, jak již název může napovědět, nejedná se o českou společnost, nýbrž o americkou, která má v České republice jen své zastoupení spolu s výrobními závody.

Výroba probíhá ve dvou závodech – Beroun a Mýtě u Rokycan.

Společnost má zavedený strategický operační systém ACE, který je ekvivalentní k celosvětově známé Six Sigmě. Tento systém se orientuje na zákazníka, jeho potřeby, aby je byla společnost schopna uspokojit v co největší míře a zůstala konkurenceschopná.

Všechny projekty bývají řízené tímto systémem a prezentované vedení, které sídlí v Americe.

Z důvodu prezentování do anglicky mluvené země se projekty vedou, nebo alespoň zapisují v angličtině, proto se zde budou vyskytovat anglické názvy, ale budou česky okomentované, popř. s českým ekvivalentem.

Projekt, kterým se daná práce zabývá, byl zadán v polovině roku 2016. Úkolem bylo připravit linku na výrobu čtyř rozměrových variací chladicích skříní pro komerční účely se speciálním typem chladicího okruhu R290, který do té doby ještě nebyl konstruován. Část produktu by se do fáze korpusu měla standardně vyrábět v Mýtě a dokončovací fáze, která by představovala naprosto nový proces, v Berouně.

Na konci roku 2016 byla linka zkonstruovaná a byla na ní provedena zkušební výroba, při které nebyla přesně stanovená pracoviště, práce operátorů, ani místa pro skladování materiálu. Tudiž výstup nebyl optimální, proto vedení sestavilo tým odborníků, jejichž úkolem bylo vybalancovat linku pro výstup 10 kusů za směnu.



### **Vstupní dokument**

Vstupní dokument neboli Job ticket je dokument pro definování problému, k jakému výsledku by měla událost směřovat a datum, v kterém by měla být všechna nápravná opatření splněna.

Dále je zde seznam zástupců oddělení, která s událostí jsou spjata. Všichni účastníci se budou události plně věnovat po celou dobu události.

Je zde stanoven vlastník a zadavatel procesu, kteří svým podpisem stvrdí, že souhlasí se zadaným návrhem.

Tabulka 9: Vstupní dokument

 	
Job Ticket	
Location / Vytvářejí	Site of work / Místní jednotka
<b>Myto and Beroun</b>	<b>Cell Design SPI</b>
Process / Proces	Process start / začátek procesu
<b>Výroba</b>	<b>SM S</b>
Process end / konec procesu	Process and / konec procesu
<b>Hotově zboží Balení a Odesílání</b>	
Program statement / Projevy účelů Nastavení materiálu a procesního toku založeného na lean principech pro nový produkt SPI R410A.	
Current statement / Současná situace	Future statement / budoucí situace
Proběhla pouze zkušební výroba v malém množství, není možné ověřit výstup a efektivitu.	Revidování materiálu a procesního toku na výrobních linkách a SAP, aby bylo možné dosáhnout požadovaného výstupu podle dodací lhůty a účinnosti na úrovni výroby.
Customer requirements / Požadavky zákazníka	Measures / Opáření
* Výstup pro R410A - 10 kusů za směnu	*výstup - 10 kusů za směnu *efektivita - 95% *dodací lhůta - 5 týdnů
Důvěrné informace.	
Role and Mitigation/ Role a Zmírnění: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Předvýrobní data nejsou shromážděny a stanoveny základny pro event (KPI's a KPO's). Vedení se setká s odpovědnými stranami za účelem identifikovat důvody eventu a eliminovat je před eventem.</li> <li>2. Účastníci eventu nemají praktické zkušenosti v procesu, budou jim poskytnuty v průběhu přípravy a průběhu na event.                         <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Všichni účastníci musí být ohodnoceni vlastníky procesů a sponzorem akce, aby se ujistili, že jsou vhodné pro tuto událost.</li> </ol> </li> <li>3. Ostatní běžné požadavky nemají vliv na účastníky eventu, zakázky. Zahrnuje požadavky požadované od managerů, e-mailů, atd.                         <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Rozsah akce a požadované výsledky budou sděleny před eventem.</li> </ol> </li> <li>4. Výsledkem procesu nesmí utrpět majitel procesů, dodavatel ani odběratel.                         <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Vedení bude realizovat proces k udržení aktivit a proces kontroly výstupních opatření k zajištění zlepšování procesů.</li> </ol> </li> <li>5. Procesní turnbacky a úniky po procesní změně.                         <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Kaizen Tým je zodpovědný za přípravu výroby, řízení turnbacků a úniků dle potřeby. Členové týmu a manažeři jsou si toho před eventem vědomi.</li> <li>b. Potřeba znovu se sejit kvůli turnbackům a únikům bude řízena předdefinovanou osobou. Priorita pozvání bude založena na závažnosti problému a bude stanoveno další setkání.</li> </ol> </li> <li>6. Sponzor akce nepodporuje překážky a omezení, které jsou označeny týmem, ale zapojuje se na úrovni akce, která vyžaduje zapojení senior vůdce.                         <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Sponzor bude součástí akce a členem týmu.</li> </ol> </li> </ol>	
Completion date / Datum dokončení	Program management
Očekávání / provedení / budoucího stavu: 1 měsíc od události. Očekávané dosažení cíle: za 3 měsíce	* Přiřazené požadované prostředky * Materiální a finanční zdroje
Signature / Podpis	Signature / Podpis
Process owner / Vlastník procesu: Jiří Malásek	Champion / Zastávající: Michal Páral

Úvodní karta projektu, tento výraz je ekvivalentem k anglickému výrazu Job ticket, je typickým dokumentem pro zadávání projektu. Tento dokument obsahuje všechny informace, které byly zmíněné výše. Dále je zde zmíněn vlastník procesu, kdo je za projekt zodpovědný a osoba, která projekt zadala.

V projektu byl stanoven projektový tým, do kterého patří: vedoucí projektu, kterého představoval autor práce, dále: mistr a parťák linky, technolog, logistik, zástupce z kvality, zástupce řízení výroby a v neposlední řadě ředitel podniku, který bude na celý projekt dohlížet.

Vedoucí byl pověřen sestavením harmonogramu s body, které musejí být hotové ještě před „velkou událostí“, (UTC používá tento termín) event., neboli událostí, kdy jsou všichni členové týmu k dispozici. V našem případě to bylo od 5.9. 2018 do 9.9. 2018. Stanovilo se, že před touto událostí musejí být hotové body níže. Bylo to z toho důvodu, aby byl tým schopen 9.9. 2018 prezentovat zadavateli a vlastníku procesu vybalancovanou linku.

Pre-Event Milestone Scorecard						
Pre-Event Major Milestones	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	Event
	12.8.	16.8.	19.8.	23.8.	26.8.	5.9. - 9.9.
Training- Phase of cell design- Define	Due					E v e n t
PQ Analysis	Due					
Process matrix	Due					
Part Family Definition	Due					
Target Progress Progress Report	Due					
Training- Phase of cell design- Measure		Due				
Spaghetti		Due				
Process at a Glance		Due				
Time Observations			Due			
Training- Phase of cell design- Analyze				Due		
Takt time				Due		
Operations Bar Chart				Due		
Capacity Analysis					Due	
Operator % Loading Chart					Due	
Pre-Event Package Complete					Due	

Tabulka 10: Harmonogram před událostí

V harmonogramu jsou vyznačené body, kdy úkolem vedoucího projektu bylo vytrénovat tým z fází balancování: Definuj, Měř a Analyzuj. Jako podklad pro trénování byly využity podklady z teoretické části kapitoly Teorie balancování. Po každém tréninku se reálně definovalo, změřilo a analyzovalo vše potřebné a připravily podklady pro „velkou událost“, které jsou vidět níže, v jednotlivých krocích balancování.

**Tabulka 11: Harmonogram události**

<b>AGENDA</b>		
Location / V místě	Kind of event / Název události	Date / Datum
<b>Mýto and Beroun plant</b>	<b>Kaizen SPI cell design</b>	<b>5.9.-9.9.2016</b>
05.09.2016		
08:00	Welcome speach + team introduction	
08:30	Job ticket recap	
09:00	Review data from trainings	
09:30	Measure (Spaghetti, time observation)	
<b>12:00</b>	<b>Lunch</b>	
13:00	Analyze (Operations Bar Chart, Capacity Analisis, Operator % Bar Chart)	
<b>15:00</b>	<b>Break</b>	
15:15	Wrap up	
06.09.2016		
08:00	Review of previous day	
08:30	VSM current + future state for SPI	
Aug.30	Presentation of Step Improve	
<b>12:00</b>	<b>Lunch</b>	
13:00	Gemba walk (make a comments how to Balance of takt time, eliminate waste...)	
14:00	Colection of data from Gemba	
14:30	Sort the data according to importance and solve the biggest problems (Brainstorming)	
<b>15:00</b>	<b>Break</b>	
15:15	Wrap up	
07.09.2016		
08:00	Review of previous day	
08:30	Eliminate Waste (Brainstorming)	
10:00	Balance (Brainstorming)	
<b>12:00</b>	<b>Lunch</b>	
13:00	Optimize Operators (Brainstorming)	
14:00	Choose Concept (Brainstorming)	
<b>15:00</b>	<b>Break</b>	
15:15	Wrap up	
08.09.2016		
08:00	Review of previous day result	
09:30	Design and Simulate	
<b>12:00</b>	<b>Lunch</b>	
13:00	Presentation of Step Control	
13:45	SWCS	
<b>15:00</b>	<b>Break</b>	
15:15	Wrap up	
09.09.2016		
08:00	Review of previous day result	
08:30	Standard Work Sheet	
<b>12:00</b>	<b>Lunch</b>	
12:30	Action plan	
<b>15:00</b>	<b>Break</b>	
16:00	Closing meeting	

Důvěrné  
informace.

Harmonogram neboli také anglický výraz používaný ve velké míře společností UTC tzv. Agenda, která obsahuje plán jednotlivých kroků, událostí. Stanovuje, kdy se jednotlivé kroky budou provádět a kdo je za ně zodpovědný.

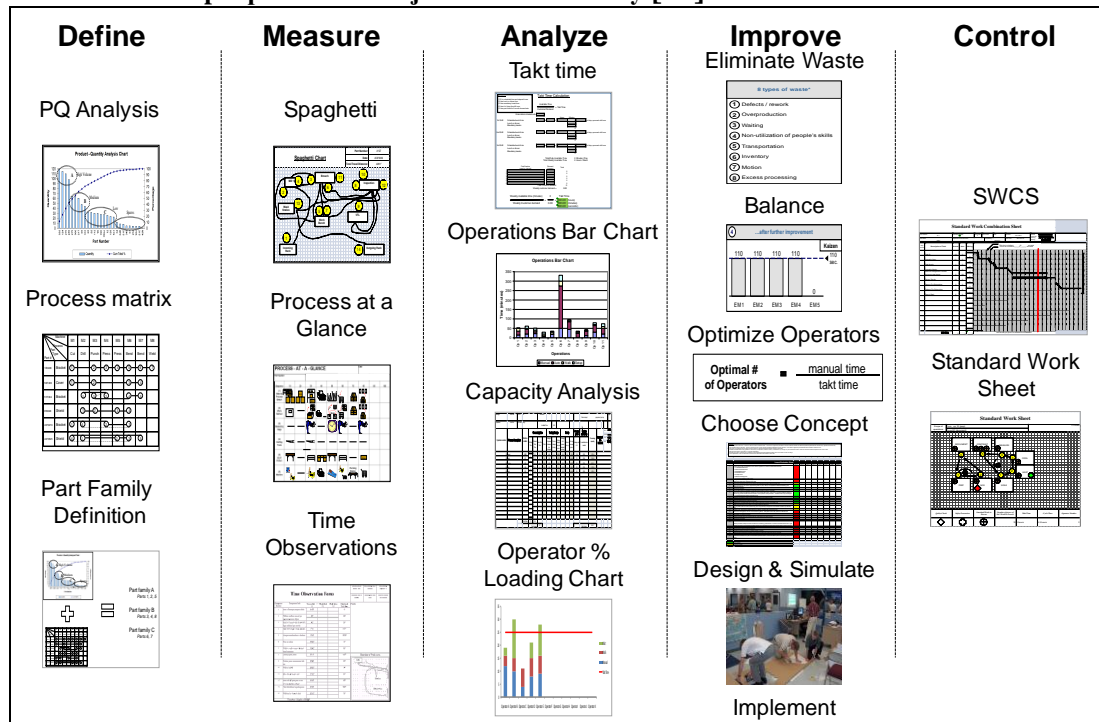


## 6 Řešení problému

Pro vybalancování linky bylo potřeba přesně stanovit pracoviště, místa pro uložení materiálu, kolik pracovníků na lince musí být a vytvoření standardní práce, aby bylo možné dosáhnout požadovaného výstupu.

Postup balancování linky probíhal podle přesně daných postupů, které stanovuje podnikový systém ACE (ekvivalent Six Sigma). Postup se skládá z pěti kroků obdobně jako u Six Sigma DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control), dále byl využíván český ekvivalent DMAIK (Definuj, Měř, Analyzuj, Inovuj a Kontroluj).

Tabulka 2: Postup + příklad nástrojů balancování linky [11]



Tabulka vyznačuje všechny kroky DMAIK a nástroje, které jsou vhodné využít pro jednotlivé kroky. Nástroje budou aplikované níže a budou se pro ně využívat české ekvivalenty.

## 6.1 Definuj

Podle systému ACE se při prvním kroku Definuj využívají tři nástroje ABC analýza, Procesní matice a Definování rodin výrobků.

### 1. ABC analýza

ABC analýza se zaměřuje na vztahy mezi produkty a jejich kvantitou za určité období.

Tabulka 12: ABC analýza

Product - Quantity Analysis Calculations						
Analysis Period: KW33-KW41		Analysis By:		Date:		
Part Number	Part Name	2 months demand	Running Total	% Total Quantity	Cum Total %	% Total P/N's
1	R290	MILAS 83.250 M1-1 SP D	Secret data	78,3%	78,3%	13%
2	R290	MILAS 83.375 M1-1 SP D		14,6%	92,9%	25%
3	R290	MILAS 83.250 M1-1 SP DL		6,1%	99,0%	38%
4	R290	MILAS 83.375 M1-1 SP DL		1,0%	100,0%	50%
5	R410	Milas 83.375 SP-1D		0,0%	100,0%	63%
6	R410	Milas 83.250 SP-1D		0,0%	100,0%	75%
7	R410	Monaxis 82.375M1-1DL		0,0%	100,0%	88%
8	R410	Monaxis 82.250M1-1DL		0,0%	100,0%	100%
Total Quantity =				Number of P/N's = 8		

Z tabulky je patrné, že jsou poptané 4 variace produktů, ale zahrnuly se sem i produkty s podobným typem chladícího okruhu R410, které by se měly vyrábět do půl roku. Bylo to z toho důvodu, aby se v dalších nástrojích dalo zjistit, v jakých procesech se tato výroba bude lišit a zda by je bylo možné vyrábět na stejné lince.

### 2. Procesní matice + Definování rodin výrobků

Procesní matice slouží k popsání procesů, jejich posloupnosti, kterými procesy musí produkt projít, aby se vyrobil a mohl se odeslat zákazníkovi. Po stanovení procesů následuje vyznačení produktů se stejnými nebo podobnými procesy, aby se stanovily tzv. rodiny produktů, která se budou vyrábět buď na stejné lince, nebo ve stejné sekvenci.

**Tabulka 13: Procesní matice + Definování rodin výrobků**

Part #	Part name	Machine # Process	Montáž kompresoru + potrubí	Montáž konzolí a výměníku	Pájení okruhů	Montáž deskového výměníku	Letování výměníku + čidla	Montáž vnitřního vybavení 1 + el. Příslušenství
Star Part*			1		2	3	4	
1 R290	Milas 83.375 SP-1D		1		2	3	4	
2 R290	Milas 83.250 SP-1D		1		2	3	4	
3 R290	Monaxis 82.375M1-1DL		1		2	3	4	
4 R290	Monaxis 82.250M1-1DL		1		2	3	4	
5 R410	Milas 83.375 SP-1DL			1	2			3
6 R410	Milas 83.250 SP-1DL				2			3
7 R410	Monaxis 82.375M1-1D			1	2			3
8 R410	Monaxis 82.250M1-1D			1	2			3

Montáž boků	Odsávání a plnění chladičem	Kompletace el. systému	Montáž vnitřního vybavení 2	El. test těsnosti + výkonu	El. Test těsnosti	Odsátí, plnění plnivem + test	Demontáž kompresoru	Balení
5	6	7	8	9				10
5	6	7	8	9				10
5	6	7	8	9				10
5	6	7	8	9				10
4	5		6		7	8	9	10
4	5		6		7	8	9	10
4	5		6		7	8	9	10
4	5		6		7	8	9	10

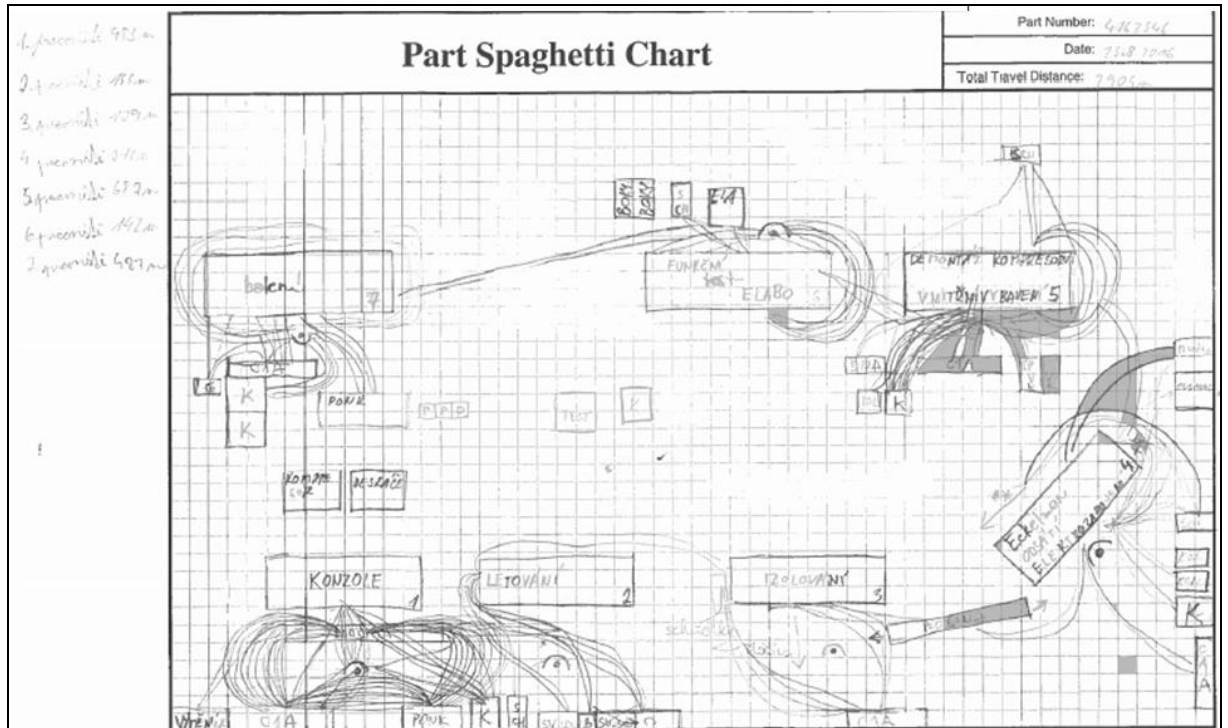
Po vyznačení produktů se stejnými procesy vyšly dvě rodiny produktů. Bude záležet na poptávce R410, jestli se budou vyrábět na téže lince spolu s produkty R290, pouze v jiné sekvenci s drobnými změnami na lince, nebo bude potřeba postavit novou linku.

## 6.2 Měř

Podle systému ACE se při druhém kroku Měř využívají tři nástroje: Spaghetti diagram, Schématická vizualizace činností, Časové měření činností.

### 1. Spaghetti diagram

Spaghetti diagram graficky ilustruje tok produktu a lidí skrz výrobu, zatímco identifikuje kroky, které přidávají, které nepřidávají produktu hodnotu a zjistí plýtvání. Při aplikaci tohoto nástroje se podrobně přerýsuje pracoviště podle aktuálního stavu. Nástroj Spaghetti diagram slouží k monitorování vzdálenosti a tvaru trajektorie, kterou pracovník ujde při sestavování produktu.



Obrázek 15: Spaghetti diagram

Z obrázku jsou vidět kritická pracoviště, na kterých se pracovník hodně nachodí, v dalších fázích balancování se bude snažit, aby se tato pracoviště optimalizovala, aby se nároky na chůzi u těchto kritických pracovišť zmenšily.

## 2. Schématická vizualizace činností

Ilustruje procesy, pracovní náčiní a komponenty operací. Snadno se identifikuje odpad, zdvojování a oblasti ke zlepšení. Níže můžeme vidět významné procesy, kterými produkt prochází.

Tabulka 14: Schématická vizualizace činností (1/2)

Beroun									
Sequence	Montáž přípravku na připojení konzol/Assembly of jigs for connection between cabinet and consoles	Montáž konzol/Assembly of consoles	Montáž výměníku/Assembly of heat exchanger	Upravení trubky před pájením/Modification of pipe before the brazing	Pájení/Brazing	Test těsnosti/Leak test	Izolování trubek/Insulating of pipes	Montáž podstavce pod kompresor/Assembly of support for compressor	Montáž kompresoru/Assembly of compressor
1. Material Process Sketch									
2. Work Method									
3. Measuring Gage									
4. Tools									
5. Jig or Fixture									
6. Machine									

Tabulka 15: Schématická vizualizace činností (2/2)

Sequence	Montáž sokelmannu/Assembly of sokelmann	Montáž PVK/Assembly of air buffle plates	Vložení spodních vnitřních dílů/Inserting a lower internal parts	Montáž sítě/Assembly of slit	El. Test	Odpojení kompresoru a vložení na palubu/Disconnecting the compressor and putting on the palette	Vložení příboje/Inserting of packaging	Zabalení nástroje/Packaging of cabinet
1. Material Process Sketch								
2. Work Method								
3. Measuring Gage								
4. Tools								
5. Jig or Fixture								
6. Machine								

Schématická vizualizace činností pomohla zmapovat počet opakování se nástrojů, přípravků atd.. a dát podklady k zamyšlení, jestli by se přípravky, nástroje,.. daly sdílet mezi některými pracovišti, nebo naopak přidat, aby se nemusely sdílet.

### 3. Časové měření činností

Cílem nástroje je vhodné rozdělení úkonů, u kterých se změří doba trvání. V tomto mapování musí být rozdělení časů na ty, které přidávají hodnotu, nepřidávají hodnotu nebo automatické (když běží stroj). Pozorování musí být provedeno pro každého pracovníka a musí se rozpoznat, na jakém pracovišti časy byly naměřené.

Tabulka 16: Časové měření činností stanoviště 1

Time Observation Form						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Konzole + u) měřik (St. 1)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Čístre pro drtáku výměníku	0:05:13	0:02:04	0:02:01		<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>		
		0:03:13	0:02:04	0:02:01	0:02:04			
2.	Montáž drtáku výměníku	0:15:47	0:16:27	0:24:46				
		0:12:34	0:14:23	0:22:45	0:14:23			
3	Čístre pro výměník	0:18:43	0:19:30	0:26:47				
		0:02:56	0:03:03	0:02:01	0:02:56			
4	Montáž výměníku	0:43:11	0:35:26	0:39:21				
		0:24:28	0:15:56	0:12:34	0:15:56			
5	Čístre pro horní díly	0:48:56	0:37:20	0:42:44				
		0:05:45	0:01:54	0:03:23	0:03:23			
6	Montáž horních dílů	0:59:50	0:45:43	1:01:27				
		0:10:54	0:08:23	0:18:43	0:10:54			
7	Odsun montážní plošiny	1:00:07	0:45:58	1:01:46				
		0:00:17	0:00:15	0:00:19	0:00:17			
8	Čístre pro dolní díly na přidělení konzole	1:01:19	0:47:21	1:05:48				
		0:01:12	0:01:23	0:04:02	0:01:23			
9	Montáž dolních dílů na přidělení konzole	1:15:13	1:00:20	1:24:27				
		0:13:54	0:12:59	0:18:39	0:13:54			
10	Čístre pro konzole	1:16:15	1:01:04	1:26:36				
		0:01:02	0:00:44	0:02:09	0:01:02			
11	Montáž konzole na záda	1:27:39	1:10:58	1:46:10				
		0:11:24	0:09:54	0:19:34	0:11:24			
12	Přesun montážní plošiny	1:27:58	1:11:23	1:46:27				
		0:00:19	0:00:25	0:00:17	0:00:19			
13	Čístre pro konzole k přidělení na strop	1:29:27	1:13:19	1:49:44				
		0:01:29	0:01:56	0:03:17	0:01:56			
14	Montáž konzole na strop	1:37:48	1:32:35	1:57:18				
		0:08:21	0:19:16	0:07:34	0:08:21			
15	Přesun na další pracoviště	1:38:23	1:33:11	1:58:09				
		0:00:35	0:00:36	0:00:51	0:00:36			

Pro ukázkou je zde uveden formulář z prvního pracoviště, kde jsou patrné jednotlivé úkony a jejich časy. Každý úkon byl změřen 3 krát, jako relevantní čas se bral ten, který vyšel alespoň dvakrát, nebo ten, který byl uprostřed jednotlivých měření. Měření probíhalo tak, že se do horního rámečku zapisovaly časy z neustále měřících stopek, vždy po ukončení úkonu, a nakonec se časy z horních rámečků odečetly a získal se čas každé operace. U poslední operace je patrný čas výroby na pracovišti 1. Zbylá časová měření činností pro jednotlivá stanoviště jsou uložena v přílohách níže (Příloha 1: Časové měření činností form. 1).

### 6.3 Analyzuj

Při třetím kroku Analyzuj se zjišťuje doba taktu, vytvářejí se grafy operací pro jednotlivá stanoviště, operátory a tabulka Kapacitní analýzy, které se vyplňují daty získanými z časových měření činností.

#### 1. Doba taktu

Doba taktu neboli čas na jeden produkt, se počítá jako dostupný čas, za který se musí produkty vyrobit, dělený počtem produktů.

<p><b>Takt time =</b> <math>\frac{\text{Available working time per shift}}{\text{Customer demand per shift}}</math></p> <p><b>Calculation:</b></p> <p>Single, 8-hour shift operation 30 minutes for lunch; One - 10-minute break Available work time = 480 min – 40 min = 440 min Customer demand: 10 parts per shift</p> <p><b>Takt time =</b> <math>\frac{440 \text{ min}}{10 \text{ SPI}} = 44 \text{ min}</math> <math>= 2640 \text{ sek}</math></p>
--

Obrázek 16: Doba taktu

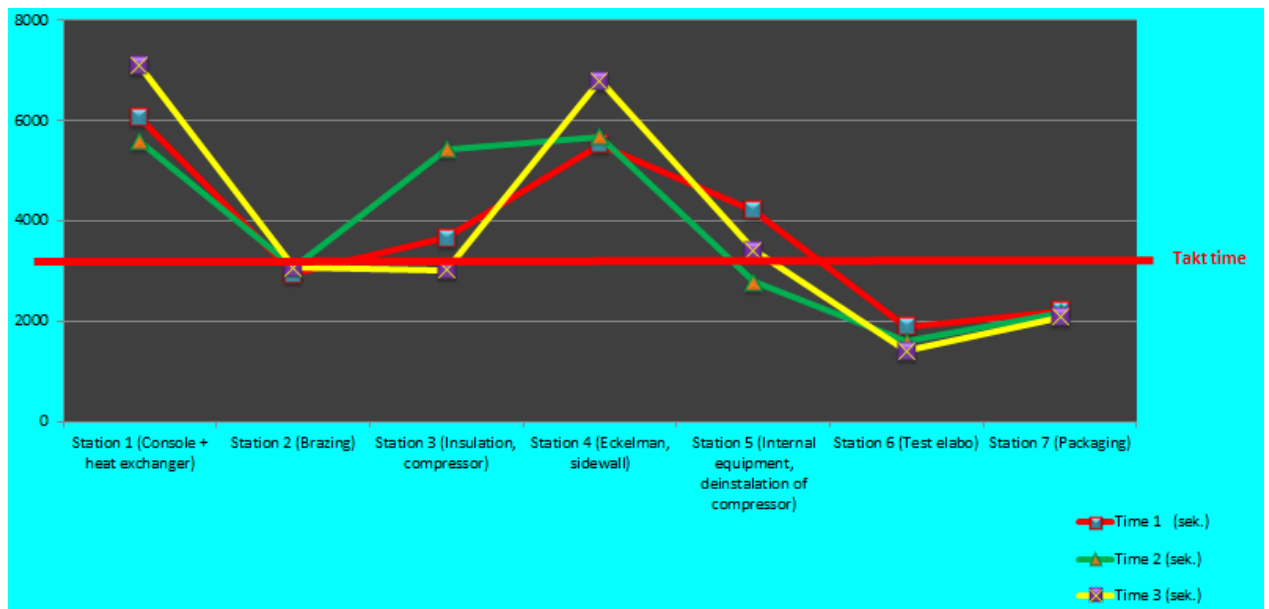
V tomto případě byl stanoven požadavek 10 produktů za směnu. Po kalkulaci času, kdy se vzala v úvahu pracovní doba 8 hodin a odečetly se od ní přestávky, vyšel čas 44 minut neboli 2640 sekund. Tudíž každých 44 minut musí linka vyprodukovat jeden produkt.

## 2. Časy na pracovištích

Do grafu se zaznamená čas na každém pracovišti, který je převzatý z formulářů pro Časové měření činností. Tyto časy jsou rozdělené na manuální, automatický, nastavovací čas a chůzi. V kapitole měření jsem zmiňoval, že se čas vytíženosti operátorů měří třikrát a poté se vybírá čas, který se povedl naměřit dvakrát, nebo čas, který je uprostřed daných časů. Naměřené časy by se neměly moc lišit, protože pracovníci znají svoji práci a dělají ji téměř pokaždé stejně. To však u prvního měření činností neplatilo.

Tabulka 17: Hodnoty pro graf 3 měření - Měř

Name of workstation	Time 1 (sek.)	Time 2 (sek.)	Time 3 (sek.)
Station 1 (Console + heat exchanger)	6061	5591	7089
Station 2 (Brazing)	2949	3073	3065
Station 3 (Insulation, compressor)	3666	5424	3025
Station 4 (Eckelman, sidewall)	5532	5687	6785
Station 5 (Internal equipment, deinstalation of compressor)	4214	2782	3410
Station 6 (Test elabo)	1899	1590	1410
Station 7 (Packaging)	2211	2172	2088



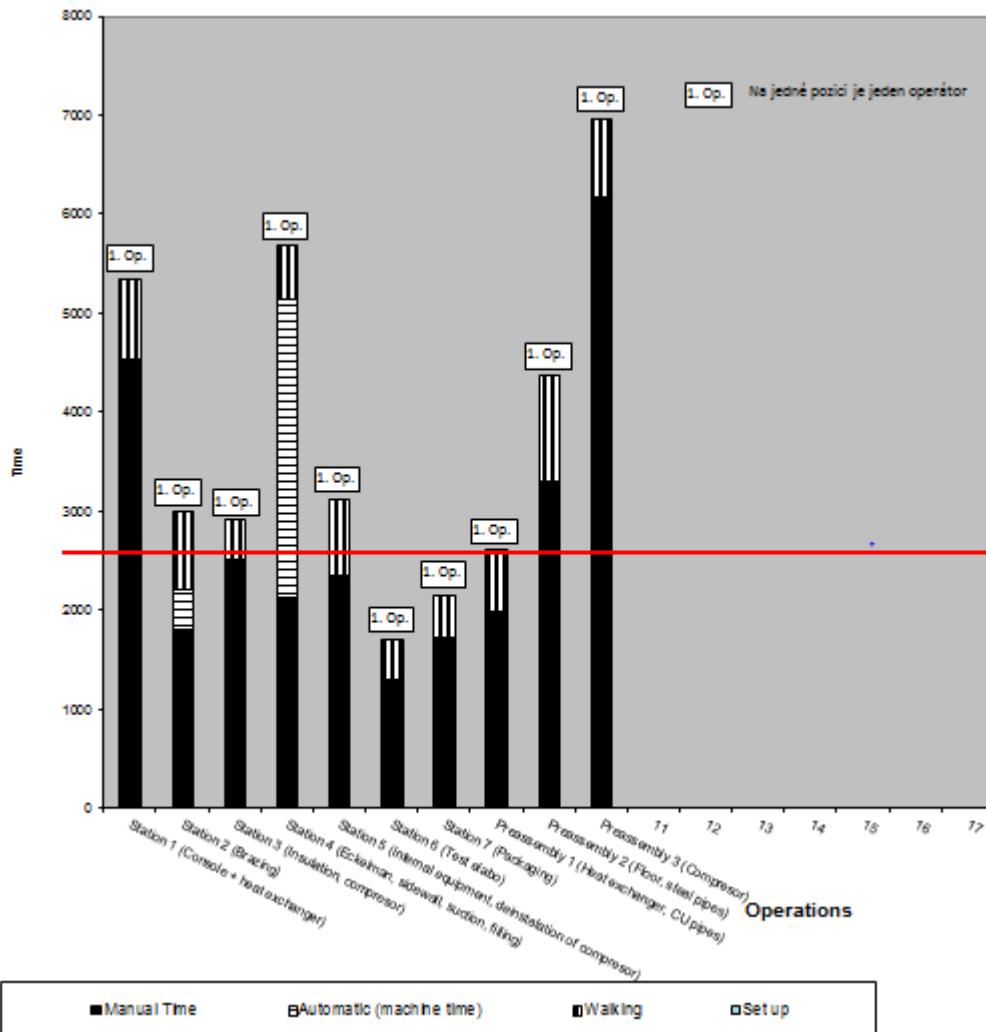
Obrázek 17: Graf srovnání 3 měření - Měř

V grafu výše můžete vidět kolísavost časů operátorů při provádění činností, dobu taktu, která je na mnoha pracovištích převýšena, nebo ho nedosahují. Ve stavu znázorněném výše není možné vyprodukovat požadovaný počet produktů. Časy vypovídají o tom, že činnosti nejsou prováděny pokaždé stejně a že je nutná standardizace práce. V grafu nejsou zanesené předmontáže, protože časy už byly změřené technologií dříve, data předmontáží jsou zanesena v časech na pracovištích a vytíženosti pracovníků.



Tabulka 18: Časy na pracovištích (1. měření)

Operation	Manual Time	Automatic (machine time)	Walking	Set up
Station 1 (Console + heat exchanger)	4540		800	
Station 2 (Bracing)	1799	420	780	
Station 3 (Insulation, compressor)	2520		390	
Station 4 (Eckelman, sidewall, suction, filling)	2136	3004	540	
Station 5 (Internal equipment, deinstalation of compressor)	2346		780	
Station 6 (Test elabo)	1292		420	
Station 7 (Packaging)	1735		420	
Preassembly 1 (Heat exchanger, CU pipes)	1980		630	
Preassembly 2 (Floor, steal pipes)	3300		1080	
Preassembly 3 (Compressor)	6180		780	



Obrázek 18: Graf časů na pracovištích (1. měření)

V grafu je vidět, kolik času na každém pracovišti zabere manuální práce, automatický čas, chůze a nastavovací čas. Je zde patrné, že některá pracoviště jsou přetížená hodně, jiná zas málo, proto je vhodné přerozdělit práci, přidat nebo ubrat pracovníky na některých pracovištích a odstranit plýtvání, neboli vybalancovat linku, abychom dosáhli kontinuálního toku výroby a požadovaného výstupu.

### 3. Analýza vytíženosti strojů

Analýza vytíženosti strojů pomáhá porozumět, jestli vybavení podporuje dobu taktu. Demonstruje maximální kapacitu, kterou je vybavení schopno vyprodukovat, tomuto času rozumíme jako automatický. V případě, že např. stroj opracovává součást příliš dlouho a překročí dobu taktu, stává se z něj úzké místo, které brzdí tok výroby. Když takový případ nastane, nemá smysl zrychlovat ostatní pracoviště, protože by se produkt stejně před úzkým místem brzdil a vznikaly zásoby na pracovišti, což není žádoucí.

Tabulka 19: Analýza vytíženosti strojů

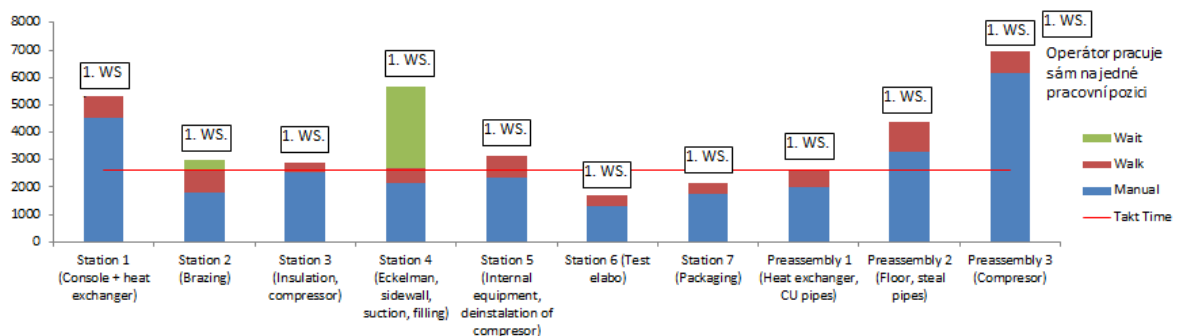
Manager		Part no.		Line name		Current output:									
Supervisor		Part name SPI		Available Time		2640									
Operation number	Process Description	Machine number	Processing time			Tooling Change			Set up			Process yield	Machine availability	Processing capacity	
			Walking Time	Manual Task Time	Auto. Run Time	Total	Average # of pieces between tool changes	Time to change tooling	Tooling change time per piece	Average # of pieces between set ups	Time to set up	Set up time per piece	Average yield in %		% available when needed
1	Čekání na vychladnutí/Waiting for cooling parts	M0	0	0	420	420	0	0	0	0	0	0	100%	100%	6,3
2	Odsávání/Suction	M1	35	39	1900	1939	0	0	0	0	0	0	100%	100%	1,4
3	Plnění/Filling	M2	32	28	600	628	0	0	0	0	0	0	100%	100%	4,2
		Sub Totals	65	67											
					Total Human Time	132						Max Output	1,4		

Tabulka udává všechny procesy, na které se musí čekat, je to čas na vychladnutí, strojní čas odsávání a plnění. U každého procesu je časově vyjádřena chůze a manuální činnost, která je potřeba např. k zapnutí stroje. V tomto případě je nejnižší procesní kapacita u odsávání, kde odsávací stroj dokáže odsát pouze 1,4 produktu za dobu taktu, ale je to stále dostačující.

### 4. Vytíženost pracovníků

Do grafu se zaznamenává čas každého pracovníka, který je ještě rozdělen na manuální, čekání a chůzi. Na rozdíl od grafu operací, kde se zaznamenával manuální, automatický, nastavovací čas a chůze.

	Station 1 (Console + heat exchanger)	Station 2 (Brazing)	Station 3 (Insulation, compressor)	Station 4 (Eckelman, sidewall, suction, filling)	Station 5 (Internal equipment, deinstallation of compressor)	Station 6 (Test elabo)	Station 7 (Packaging)	Preassembly 1 (Heat exchanger, CU pipes)	Preassembly 2 (Floor, steal pipes)	Preassembly 3 (Compressor)
Manual	4540	1799	2520	2136	2346	1292	1735	1980	3300	6180
Walk	800	780	390	540	780	420	420	630	1080	780
Wait	0	420	0	3004	0	0	0	0	0	0
Takt Time	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640



Obrázek 19: Vytíženost pracovníků (1. měření)

Z grafu je patrné, že někteří pracovníci jsou velmi přetížení a někteří výrazně nevyužití. Dále zde můžeme vidět, že u některých pracovníků je znázorněn i čas čekání, který je zvýrazněn zeleně. Pracovníci čekají na stroj, nebo na proces, který je brzdí v práci. Cílem bude tyto časy snížit a zjistit, jestli by operátoři nemohli dělat jinou práci, zatímco stroj běží. Celkově je nutné odstranit plýtvání, práci přerozdělit a popř. přidat pracovníky.

## 6.4 Inovuj

Při čtvrtém kroku Inovuj, se využívá šesti nástrojů, Odstranění odpadu, Balancování, Optimalizace časů na pracovištích, Optimalizace pracovníků, Výběr konceptu a Implementace. Optimalizace linky je proces, kdy ze stávajícího základního procesu odstraníme odpad aplikací lean principů na vytvoření co nejefektivnější linky, jak jen je možné.

### 1. Odstranění odpadu

Odstraní se zřejmé plýtvání.

Tabulka 20: Osm typů plýtvání

Eight types of waste*	
①	Defects / rework
②	Overproduction
③	Waiting
④	Non-utilization of people's skills
⑤	Transportation
⑥	Inventory
⑦	Motion
⑧	Excess processing

Na obrázku jsou vizualizované jednotlivé druhy odpadu, které jsou převzaté z anglické literatury a dále budou vyjádřeny českými ekvivalenty 1. Defekty /nutnost přepracování, 2. Nadprodukce, 3. Čekání, 4. Nevyužitý potenciál pracovníků, 5. Transport (velké vzdálenosti), 6. Velké zásoby, 7. Zbytečná manipulace, 8. Nadměrné zpracování.

Při kroku Inovuj identifikujeme co největší množství zmíněného odpadu a aplikujeme taková nápravná opatření, abychom ho v co největší míře odstranili.

Tabulka 21: Nalezené typy plýtvání

Pracoviště	Typ problému/ type of problem	Popis problému/ description of problem	Zdržení na jeden nábytek/ delay for one cabinet (min)	Řešení problému/ solution of problem
Station 1: B0-12220 (Console + heat exchanger)	Motion	Zbytečná chůze pro materiál	9	Instalace držáků pro materiál přímo na pracovišti ( plošina )
Station 1: B0-12220 (Console + heat exchanger)	Motion	Zbytečná chůze pro nářadí	6	Instalace držáků pro materiál přímo na pracovišti ( plošina )
Station 3: B0-1230 (Insulation, compressor)	Excess processing	Svrtávání děr pro nýty	8	Revize a úprava procesu montáže před pěněním
Station 5 (Internal equipment)/PRA 1: B0-1210 (Console, steal pipes, floor)	Motion	Délka cesty mezi pracovištěm předmontáže a dnem zboží + vnitřní výbavy.	4	Relokace pracoviště předmontáže
Station 6: B0-1260 (Deinstalation of compresor, packaging)	Motion	Chybí jeřáb pro manipulaci s kompresorem	7	Instalace jeřábu
ALL WS.	Defects/rework	Chybný kusovník	14	Změna kusovníku
Station 4 (Eckelman)	Defects/rework	Špatné zapojení elektr.	18	Školení operátorů
Plant Mýto/Beroun	Transportation/Inventory	Přeprava Mýto /Beroun	13	Nastavení standartního procesu dopravy
ALL WS.	Inventory	Zásoby na lince	6	Standartní výkon linky

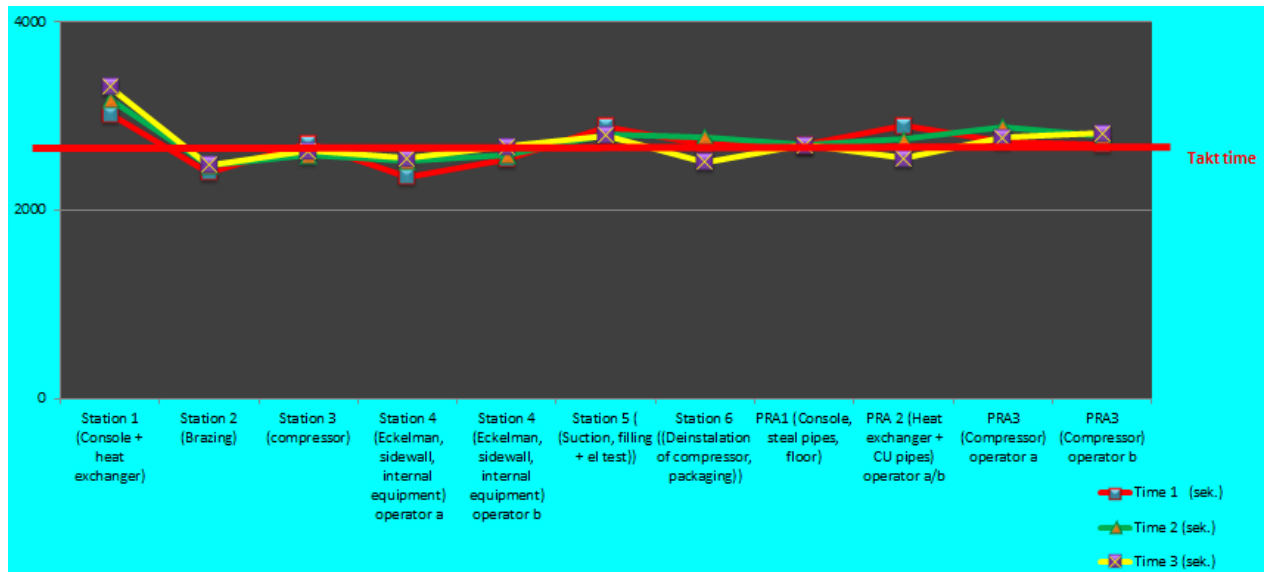
Tabulka označuje pracoviště, typ problému z předchozí tabulky, popis problému, zdržení na jeden produkt a jeho řešení. Tyto problémy byly vyřešeny během události.

## 2. Balancování

Ve fázi Balance se vyvažuje a přerozděluje práce na pracovištích. Kolísavost časů operátorů při provádění činností byla minimální, viz graf níže.

Tabulka 22: Hodnoty pro graf 3 měření - Inovuj

Name of workstation	Time 1 (sek.)	Time 2 (sek.)	Time 3 (sek.)
Station 1 (Console + heat exchanger)	3019	3181	3314
Station 2 (Brazing)	2403	2473	2478
Station 3 (compressor)	2708	2582	2629
Station 4 (Eckelman, sidewall, internal equipment) operator a	2353	2520	2550
Station 4 (Eckelman, sidewall, internal equipment) operator b	2545	2582	2675
Station 5 ((Suction, filling + el test))	2888	2808	2796
Station 6 ((Deinstalation of compressor, packaging))	2702	2777	2510
PRA1 (Console, steal pipes, floor)	2695	2700	2689
PRA 2 (Heat exchanger + CU pipes) operator a/b	2895	2758	2549
PRA3 (Compressor) operator a	2733	2888	2774
PRA3 (Compressor) operator b	2697	2789	2814

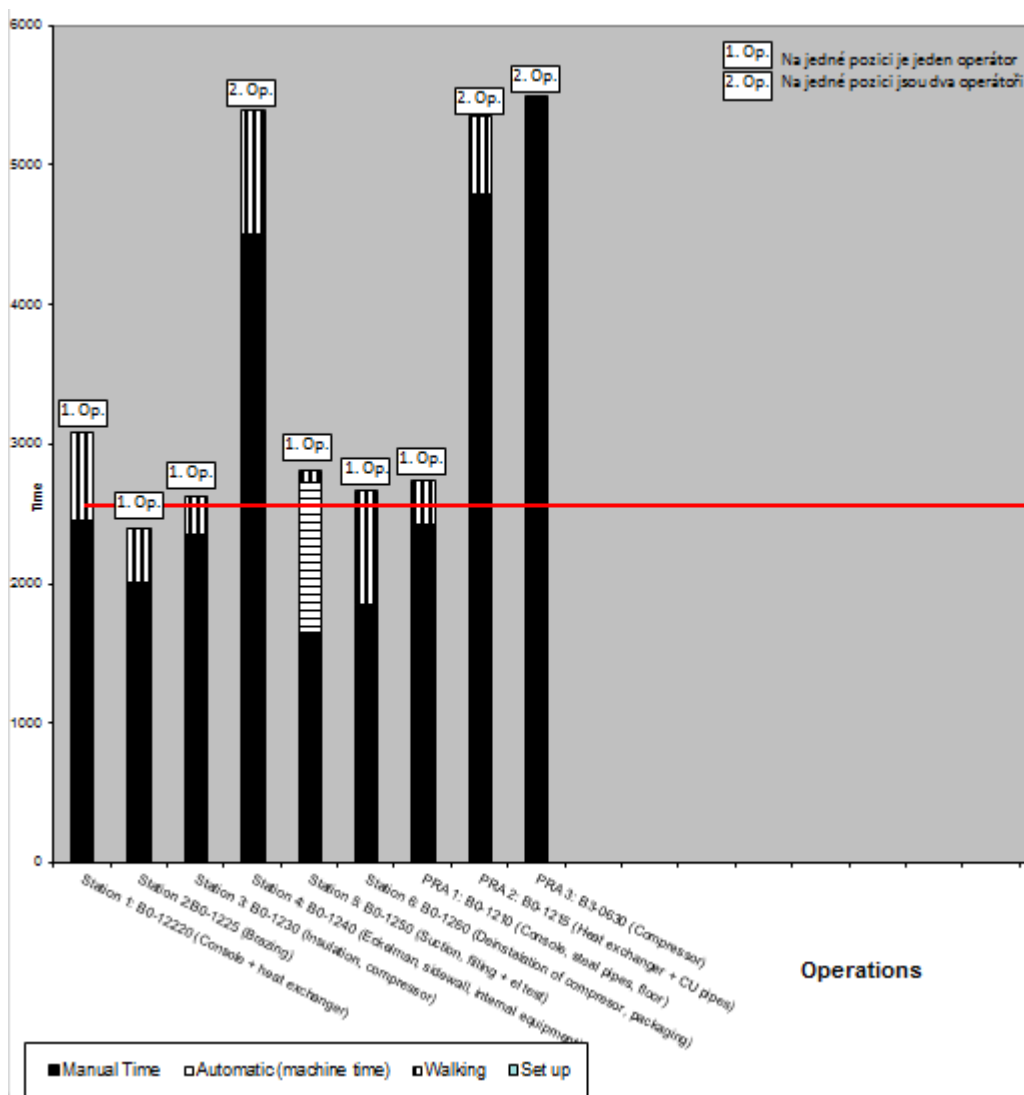


Obrázek 20: Graf srovnání 3 měření - Inovuj

Z grafu je patrné, že operátor zná svoji práci a pokaždé ji vykonává téměř stejně. Je zřejmé, že pracovníci kopírují dobu taktu a tréninkem operátorů by se linka mohla ještě zlepšit.

Tabulka 23: Časy na pracovištích (2. měření)

Operation	Manual Time	Automatic (machine time)	Walking	Set up
Station 1: B0-12220 (Console + heat exchanger)	2455		628	
Station 2: B0-1225 (Brazing)	1998		399	
Station 3: B0-1230 (Insulation, compressor)	2356		260	
Station 4: B0-1240 (Eckelman, sidewall, internal equipment)	4496		891	
Station 5: B0-1250 (Suction, filling + el test)	1648	1080	78	
Station 6: B0-1260 (Deinstalation of compressor, packaging)	1843		826	
PRA 1: B0-1210 (Console, steal pipes, floor)	2415		320	
PRA 2: B0-1215 (Heat exchanger + CU pipes)	4788		556	
PRA 3: B3-0630 (Compressor)	5484		0	



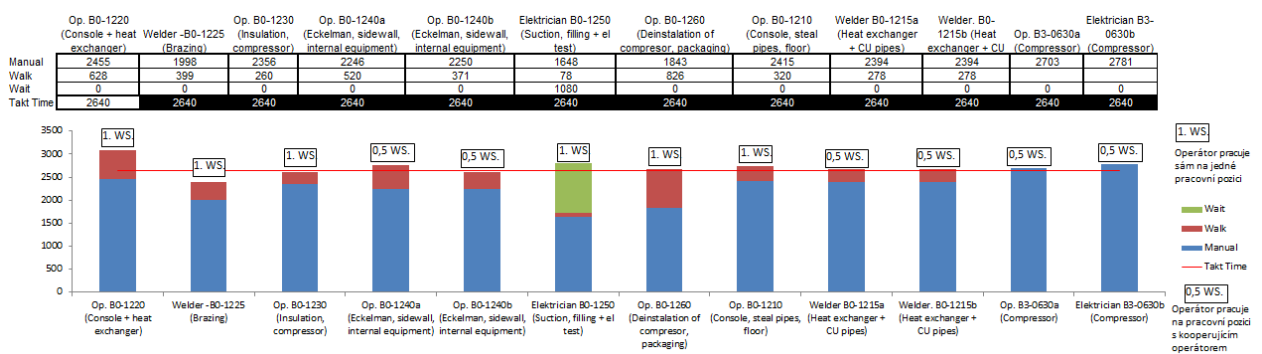
Obrázek 21: Graf časů na pracovištích (2. měření)

Tyto časy byly změřené a zaznamenané do časových měření činností, jako v předchozím případě a následně promítnuty do grafu. V tom je vidět, kolik času na každém pracovišti zabere manuální práce, automatický čas, chůze a nastavovací čas. Při balancování byl brán ohled na to, že na některých pracovištích je vhodné, aby pracovali dva pracovníci, proto zde může náplň práce převyšovat dobu taktu dvakrát. Časová měření činností, která sloužila, jako podklad pro graf, jsou v přílohách níže (Příloha 2: Časové měření činností form. 2). V grafu je také zřetelné, že oproti prvním měření bylo eliminováno jedno pracoviště. Největší změny, díky kterým se docílilo současného stavu, jsou popsány níže:

- Na prvním pracovišti se výrazně redukoval čas tím, že se konzole, což je jedna z hlavních komponent na prvním stanovišti, konzole se nechaly předpřipravit na předmontážích spolu se dny jednotky (v grafu: PRA 1). Tím se docílilo, téměř optimálního vytížení, ale stále zde čas nepatrně převyšuje dobu taktu a bude nutný, trénink pro operátora, nebo v krajním případě ještě práci přerozdělit.
- Na druhém pracovišti nebyly tak velké změny, operátor sám začal po častém opakování zvládat rychleji svoji práci, což se projevilo i v grafu níže. Další podstatnou změnou bylo to, že se využil čas, při kterém čekal na vychladnutí po pájení, jako výpomoc na dalším pracovišti.
- Čtvrté stanoviště, na kterém probíhala montáž Eckelmana (řídící jednotka) a boků, se spojilo s pracovištěm vnitřní výbavy (předchozí pracoviště 4 a 5). Na tomto pracovišti vznikla optimální práce pro dva operátory.
- Na pátém stanovišti se přidalo k testu na Elabu (měřicí přístroj) také odsávání a plnění které dříve bylo na předchozím stanovišti s tím, že se pokaždé čekalo, než se jednotka odsaje a naplní. Celý proces se optimalizoval tak, že se během odsávání provádí test na Elabu a až poté provádí plnění, při kterém se musí čekat, než se jednotka naplní, kvůli bezpečnosti. Celkově se automatický čas výrazně snížil, viz graf, a stanoviště splňuje dobu taktu.
- Na šesté stanoviště přibyla demontáž kompresoru a usazení do jednotky. Tato operace se prováděla dříve na stanovišti pět. Celková doba taktu se výrazně zlepšila.
- Celkově se navýšil počet operátorů na lince z deseti na dvanáct. Dále byly přidány dvě předmontáže přímo na linku, tudíž se zkrátila doba a dráha transportu na linku oproti předcházející situaci, kdy předmontáže byly situované na jiné lince. Jak již bylo zmíněno na jednu předmontáž byla přidána montáž konzolí a byl přidán jeden operátor pro splnění doby taktu a taktéž na předmontáži kompresoru. Bohužel se nepodařilo přemístit předmontáž kompresoru na linku, tam zůstala dráha pro transport stejná.

### 3. Optimalizace pracovníků

Do grafu se zaznamená čas každého pracovníka, který je ještě rozdělen na manuální, čekání a chůzi. Na rozdíl od grafu operací, kde se zaznamenával manuální, automatický, nastavovací čas a chůze.

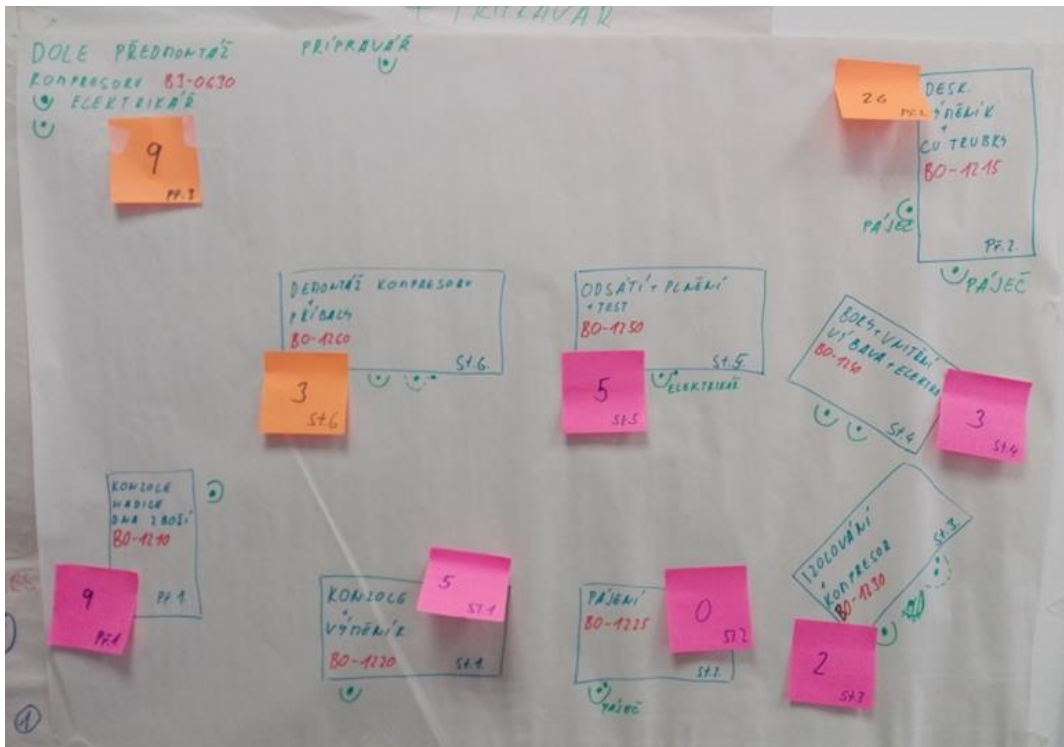


Obrázek 22: Vytíženost pracovníků (2. měření)

Z grafu je patrné, že rozložení práce operátorů se výrazně zlepšilo, ale u některých pracovníků se doba taktu stále převyšuje, bude tedy nutné pomocí malých kroků linku neustále optimalizovat.

#### 4. Výběr konceptu

Účel fáze koncept je vytvoření optimálního rozložení pracoviště, které vede k dosažení vybalancované linky a tím pomůže splňovat dobu taktu.



Obrázek 23: Koncept linky

Během brainstormingu se navrhl layout linky. Rozložení bylo implementováno. Časy na pracovištích a u jednotlivých pracovníků byly změřené a jsou viditelné v grafech výše. Barevné papírky signalizují aktuální počet zásob hlavních součástí na pracovišti. Je zde patrné, že tok materiálu na jednotlivá pracoviště není optimální a bude sloužit jako podklad pro stanovení počtu sekvencí, neboli kolik dílů se bude zavážet na jednotlivá pracoviště s ohledem na prostor okolo pracoviště, ergonomii práce s materiálem a schopnosti pracovníka interní logistiky zavážet. Tento bod bude zanesen do akčního plánu a splněn, vzhledem k urgentnosti řešení, v nadcházejících dnech.

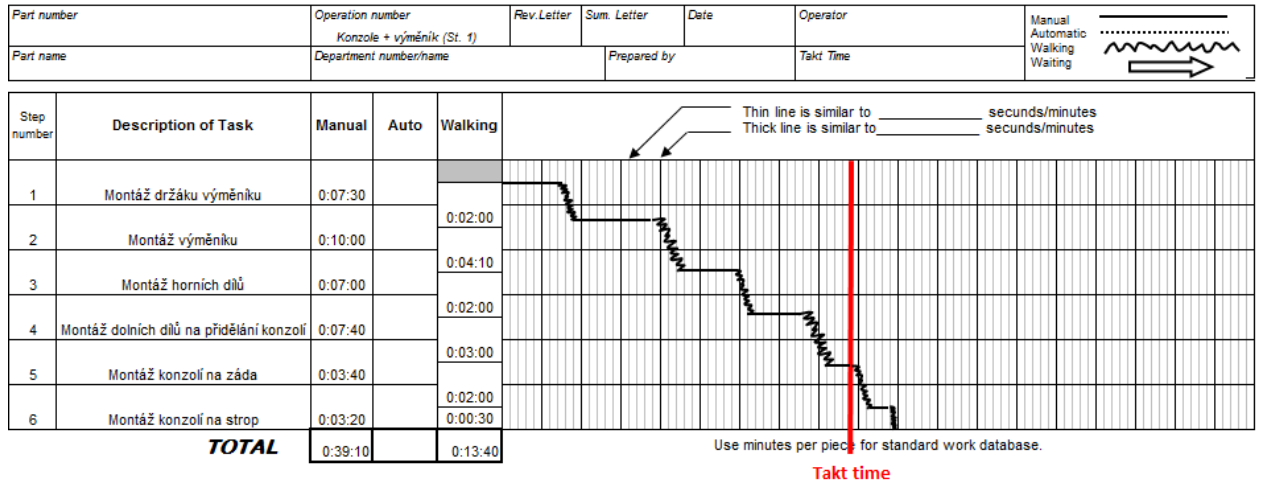
## 6.5 Kontroluj

Při pátém posledním kroku Kontrola se využívá nástrojů k zaznamenání Standardní periodická činnost operátora, Standardního rozmístění pracoviště a nástroje pro kontrolu výstupu z výrobní linky.

### 1. Standardní periodická činnost operátora

Tabulka k zobrazení pracovní sekvence operátora, neboli vše, co má operátor udělat.

## Standard Work Combination Sheet



Obrázek 24: Standardní periodická činnost operátora stanoviště 1

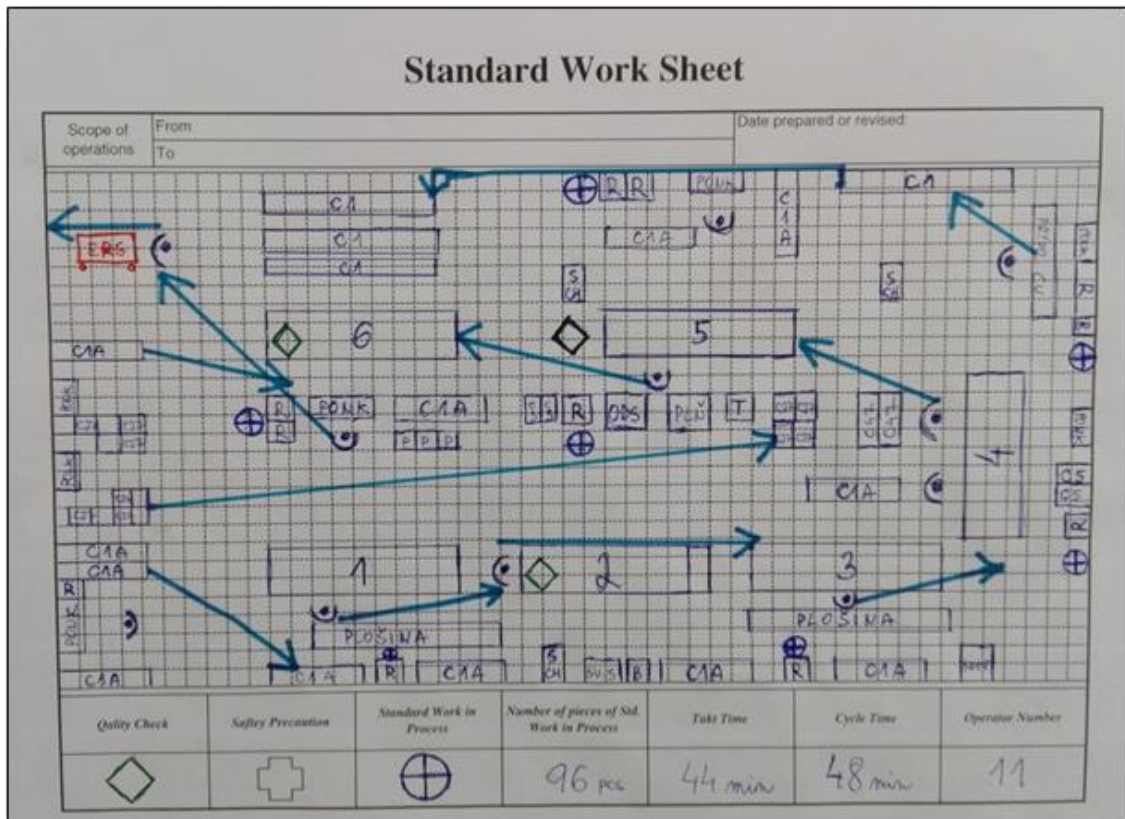
Standardní formulář s vypsáním úkonů, které musí operátor vykonat na daném pracovišti, na obrázku je zobrazeno stanoviště 1 a zbylá jsou v přílohách níže (Příloha 3: Standardní periodická činnost operátora)

V našem případě byla vytvořena standardní práce pro operátory, co se na lince nacházejí, kteří s ní byli seznámeni, a je k dispozici na jejich pracovišti.



## 2. Standardní rozložení linky

Zobrazuje výrobní systém tím, že nastíní tok produktu. Zdůrazňuje takt, pracovní sekvence a opatření procesu (kvalita a bezpečnost).



**Obrázek 25: Standardní rozložení linky**

Z layoutu je vidět rozložení pracoviště. Je zde patrný tok materiálu, pracovníci, rozložení pracovišť, doba taktu atd.

Tento ruční podoba layoutu bude sloužit jako podklad při tvorbě jeho elektronické formy.

## 6.6 Akční plán

Obsahuje seznam úkolů, zodpovědné osoby, které úkoly mají na starost a datum jejich nejpozdějšího splnění.

Tabulka 24: Akční plán

Issue No.	Listing Date	Corrective Action	Solution and notes	Responsible for Implementation	Finishing Date	Status 0% 25% 50% 75% 100%
2	08.02.18	Zbytečná chůze pro nářadí	Instalace držáků pro materiál přímo na pracovišti ( plošina )	Iwan	KW 38	25%
3	08.02.18	Svrtávání děr pro nýty	Revize a úprava procesu montáže před pěněním	Moti, Smejkal	KW 39	0%
4	08.02.18	Chybí jeřáb pro manipulaci s kompresorem	Instalace jeřábu	Smejkal	KW 39	25%
5	08.02.18	Chybný kusovník	Změna kusovníku	Moti	KW 40	0%
6	08.02.18	Špatné zapojení elektr.( kompresory )	Školení operátorů	Blahw	KW 37	25%
7	08.02.18	Přeprava Mýto /Beroun	Nastavení standardního procesu dopravy	Iwan	KW 40	0%
8	08.02.18	Zásoby na lince	Nastavení standardního procesu výroby	Iwan	KW 40	0%

Tento akční plán obsahuje úkoly, které se nestihly během akce balancování.

## **Závěr**

Balancování linky bylo provedeno podle požadavků systému ACE, eliminovalo se tzv. 8 druhů odpadů. Největší změna byla, že se eliminovalo jedno stanoviště v řetězu linky. Přidali se dva operátoři kvůli optimálnímu vytížení a zlepšení ergonomie. Zlepšení ergonomie se dosáhlo z toho důvodu, že operátoři mohou na daných pracovištích manipulovat s těžkými, nebo špatně uchopitelnými břemeny ve dvou. Dále byly přidány dvě předmontáže přímo na linku, tudíž se zkrátila doba a dráha transportu na linku oproti předcházející situaci, kdy předmontáže byly situované na jiné lince. Bohužel se nepodařilo přemístit třetí předmontáž na linku, tam zůstala dráha pro transport stejná. Tato nápravná opatření dopomohla tomu, aby se dosáhlo požadovaného taktu linky, dále byla zredukována chůze pro komponenty a náradí a celkově optimalizovaná práce operátorů. Nyní je linka schopna vyprodukovat deset produktů za směnu. Bude se nadále dbát na to, aby se linka neustále zlepšovala a výstup nepoklesl, ba naopak. Výsledky z této práce budou sloužit jako podklad pro tvorbu návodek a pro doplnění schématu celé montážní haly.

## Použité zdroje

### Knižní publikace

- [1] LIKER, Jeffrey K. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 2004, 330 s. ISBN 0-07-139231-9.
- [2] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 238 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [7] LÍBAL, V. *Organizace a řízení výroby*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1989. 559 s. ISBN 80-03-00050-5.
- [11] ACE, *Interní podklady k balancování linek*. [online]. [cit. 2017-04-11].
- [12] MAŠÍN, I. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.
- [13] LHOTSKÝ, O. *Organizace a normování práce v podniku*, Praha: APSI, 2005. 104 s. ISBN 80-7357-095-5
- [14] BADIRU, Adedeji Bodunde. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8
- [15] PLURA, J. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press, 2001. 244 s. ISBN 80-722-6543-1

### Publikace na internetu

- [3] Štíhlá-výroba. *Prezentace-jihoceska-univerzita* [online]. 2017 [cit. 2017-11-05]. Dostupné z: <https://www.primat.cz/predmet/stihla-vyroba/35478>
- [4] System-concepts. *Špatné-a-správné-zapojení-dvou-součástí* [online]. 2017 [cit. 2017-11-05]. Dostupné z: [www.system-concepts.com](http://www.system-concepts.com)
- [6] DLABAČ, Jaroslav. API - Akademie produktivity a inovací: *Analýza a měření práce* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>
- [8] Lean-production. *Top-25-Lean-Tools* [online]. 2017 [cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/top-25-lean-tools.html>
- [9] UHROVÁ, M. IPA-slovník: *Štíhlá logistika*. [online]. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihla-logistika>
- [10] ZLOCHOVÁ, M. IPA-slovník: *Optimalizace výrobních buněk*. [online]. [cit. 2017-04 11]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25780n-optimalizace-vyrobnych-bunek>


## Přílohy

### Příloha 1: Časové měření činností form. 1

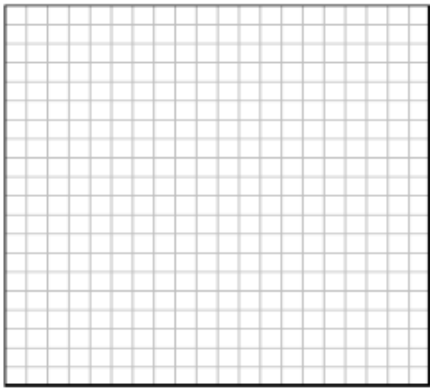
#### 1. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Konzole + v/ měník (St. 1)	Observation Time	Observer Name:
						Notes: (List operator name/# and M-A-W-8 times)		
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time			
1.	Čištění pro detail vyměnění	0:05:13	0:02:04	0:02:01				
		0:03:13	0:02:04	0:02:01	0:02:04			
2.	Montáž detailu vyměnění	0:15:47	0:16:27	0:24:46				
		0:12:34	0:14:23	0:22:45	0:14:23			
3	Čištění pro vyměnění	0:18:43	0:19:30	0:26:47				
		0:02:56	0:03:03	0:02:01	0:02:56			
4	Montáž vyměnění	0:43:11	0:35:26	0:39:21				
		0:24:28	0:15:56	0:12:34	0:15:56			
5	Čištění pro horní díly	0:48:56	0:37:20	0:42:44				
		0:05:45	0:01:54	0:03:23	0:03:23			
6	Montáž horních dílů	0:59:50	0:45:43	1:01:27				
		0:10:54	0:08:23	0:18:43	0:10:54			
7	Odsun montážní plošiny	1:00:07	0:45:58	1:01:46				
		0:00:17	0:00:15	0:00:19	0:00:17			
8	Čištění pro dolní díly na přidělení konzole	1:01:19	0:47:21	1:05:48				
		0:01:12	0:01:23	0:04:02	0:01:23			
9	Montáž dolních dílů na přidělení konzol	1:15:13	1:00:20	1:24:27				
		0:13:54	0:12:59	0:18:39	0:13:54			
10	Čištění pro konzole	1:16:15	1:01:04	1:28:36				
		0:01:02	0:00:44	0:02:09	0:01:02			
11	Montáž konzol na ráda	1:27:39	1:10:58	1:46:10				
		0:11:24	0:09:54	0:19:34	0:11:24			
12	Přesun montážní plošiny	1:27:58	1:11:23	1:46:27				
		0:00:19	0:00:25	0:00:17	0:00:19			
13	Čištění pro konzole k přidělení na strop	1:29:27	1:13:19	1:49:44				
		0:01:29	0:01:56	0:03:17	0:01:56			
14	Montáž konzol na strop	1:37:48	1:32:35	1:57:18				
		0:08:21	0:19:16	0:07:34	0:08:21			
15	Přesun na další pracoviště	1:38:23	1:33:11	1:58:09				
		0:00:36	0:00:36	0:00:51	0:00:36			

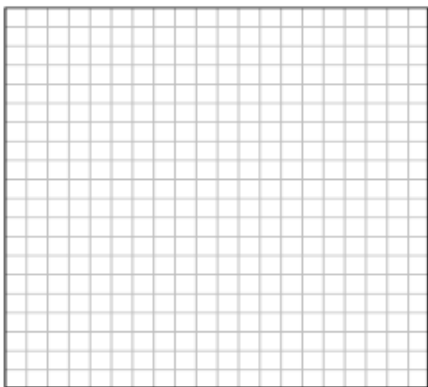
2. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Konzole + v měník (St. 2)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name# and M-A-VV-S times)		
1.	Přísun schůdků	0:01:13 0:01:13	0:00:58 0:00:58	0:01:13 0:01:13	0:01:13			
2.	Chůze pro nástroj + hořák	0:02:32 0:01:19	0:02:28 0:01:30	0:03:01 0:01:48	0:01:30			
3.	Montáž sponěk na ventily 2*	0:07:53 0:05:21	0:07:13 0:04:45	0:09:04 0:06:03	0:05:21			
4.	Přišroubování ventilů	0:13:25 0:05:32	0:13:49 0:06:36	0:13:52 0:04:48	0:05:32			
5.	Chůze pro svářecí soustavu	0:17:08 0:03:43	0:17:50 0:04:01	0:17:52 0:04:00	0:04:00			
6.	Svařování	0:33:05 0:15:57	0:32:14 0:14:24	0:33:50 0:15:58	0:15:57			
7.	Čekání na vychladnutí	0:40:05 0:07:00	0:41:37 0:09:23	0:40:46 0:06:56	0:07:00			
8.	Chůze pro nástroje na tlakovou zkoušku	0:46:18 0:06:13	0:47:33 0:05:56	0:47:49 0:07:03	0:06:13			
9.	Natlačování (tlaková zkouška)	0:48:10 0:01:52	0:49:56 0:02:23	0:49:45 0:01:56	0:01:56			
10.	Přesun na další stanoviště	0:49:09 0:00:59	0:51:13 0:01:17	0:51:05 0:01:20	0:01:17			
								

3. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: izolace trubek + podstavec na kompresor (St. 3)	Observation Time	Observer Name:
						Notes: (List operator name# and M-A-VV-3 times)		
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time			
1.	Přísun pracovní plošiny	0:00:48	0:00:35	0:01:13	0:00:48			
		0:00:48	0:00:35	0:01:13				
2.	Chůze pro podstavec pod kompresor	0:03:03	0:02:36	0:04:15	0:02:15			
		0:02:15	0:02:01	0:03:02				
3	Montáž podstavce pod kompresor	0:11:05	0:07:57	0:13:14	0:08:02			
		0:08:02	0:05:21	0:08:59				
4	Přísun schůdků	0:11:34	0:08:28	0:13:39	0:00:29			
		0:00:29	0:00:31	0:00:25				
5	Chůze pro izolační trubky	0:15:23	0:12:43	0:19:24	0:04:15			
		0:03:49	0:04:15	0:05:45				
6	Aplikace trubek + lepení a řezání	1:00:55	0:44:39	0:49:36	0:31:56			
		0:45:32	0:31:56	0:30:12				
7	Odsun na další pozici	1:01:36	0:45:24	0:50:25	0:00:45			
		0:00:41	0:00:45	0:00:49				

4. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Eckelman + boky + odsávání a plnění (St. 4)	Observation Time	Observer Name:
						Notes: (List operator name# and M-A-W-3 times)		
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time			
1.	Přísun pracovní plošiny	0:00:46	0:00:58	0:01:05	0:00:58			
		0:00:46	0:00:58	0:01:05				
2.	Chůze pro eckelman + nástroje + materiál	0:02:15	0:03:00	0:02:54	0:01:49			
		0:01:29	0:02:02	0:01:49				
3.	Montáž eckelmanu + zapojení kabelů	0:17:46	0:20:14	0:27:12	0:17:14			
		0:15:31	0:17:14	0:24:18				
4.	Chůze pro hadici na odsávání	0:18:21	0:20:57	0:28:10	0:00:43			
		0:00:35	0:00:43	0:00:58				
5.	Zapojení hadice na odsávání	0:18:49	0:21:10	0:29:55	0:00:28			
		0:00:28	0:00:13	0:01:45				
6.	Odsávání	0:50:04	0:53:15	1:02:14	0:32:05			
		0:31:15	0:32:05	0:32:19				
7.	Odpojení odsávačky	0:50:18	0:53:29	1:02:34	0:00:14			
		0:00:14	0:00:14	0:00:20				
8.	Chůze pro hadici na plnění	0:50:53	0:53:58	1:03:12	0:00:35			
		0:00:35	0:00:29	0:00:38				
9.	Zapojení hadice na plnění	0:53:06	0:55:03	1:03:57	0:01:05			
		0:02:13	0:01:05	0:00:45				
10.	Plnění	1:11:19	1:12:51	1:21:58	0:17:59			
		0:18:13	0:17:48	0:17:59				
11.	Uzavření otvorů	1:15:42	1:19:47	1:24:28	0:04:23			
		0:04:23	0:06:56	0:02:32				
12.	Chůze pro boky + přípravky	1:18:22	1:22:48	1:27:54	0:03:01			
		0:02:40	0:03:01	0:03:28				
13.	Chůze pro materiál na boky	1:20:09	1:25:22	1:29:59	0:02:05			
		0:01:47	0:02:34	0:02:05				
14.	Montáž boků na jednotku	1:31:38	1:34:18	1:52:20	0:11:29			
		0:11:29	0:06:56	0:22:21				
15.	Přesun na další pracoviště	1:32:12	1:34:47	1:53:05	0:00:34			
		0:00:34	0:00:29	0:00:45				



5. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:																																																																																																						
						Observed Part: Montáž vnitřního vybavení + demontáž kompresoru (St. 5)	Observation Time	Observer Name:																																																																																																						
						Notes: (List operator name# and M-A-VV-S times)																																																																																																								
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																																																																																																								
1.	Čištění pro trouby a komponenty	0:04:59	0:06:23	0:06:04	0:06:23																																																																																																									
2.	Usazení horních PKV	0:12:44	0:11:35	0:17:00	0:07:45																																																																																																									
3.	Usazení dolních PKV	0:17:40	0:16:07	0:23:43	0:04:56																																																																																																									
4.	Vysokávací okének na čidla	0:30:12	0:21:52	0:27:46	0:05:45																																																																																																									
5.	Čištění pro krytky	0:31:09	0:22:38	0:29:09	0:00:57																																																																																																									
6.	Montáž krytek	0:37:54	0:25:10	0:32:52	0:03:43																																																																																																									
7.	Čištění pro malou paletu	0:38:48	0:26:23	0:34:52	0:01:13																																																																																																									
8.	Čištění pro dna 4*	0:40:33	0:29:24	0:37:56	0:03:01																																																																																																									
9.	Ukotvení dna 4*	0:46:05	0:32:20	0:40:36	0:02:56																																																																																																									
10.	Čištění pro měřičku vnitřního kanálu	0:48:10	0:33:05	0:41:39	0:01:03																																																																																																									
11.	Montáž měřičky	0:54:08	0:37:37	0:45:39	0:04:32																																																																																																									
12.	Přisunutí plotiny	0:54:26	0:37:56	0:46:05	0:00:19																																																																																																									
13.	Demontáž kompresoru	1:01:09	0:40:41	0:48:35	0:02:45																																																																																																									
14.	Odnesení kompresoru na paletu v jednotce	1:03:39	0:41:42	0:49:33	0:01:01																																																																																																									
15.	Usazení a ukotvení kompresoru	1:06:59	0:43:27	0:52:05	0:02:32																																																																																																									
16.	Čištění na plotině	1:07:22	0:43:42	0:52:30	0:00:23																																																																																																									
17.	Zaslepení otvor po kompresoru	1:10:14	0:45:22	0:56:50	0:02:52																																																																																																									

6. Stanoviště

Time Observation Form						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Test Elabo (St. 6)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name# and M-A-WV-3 times)		
1.	Přísun schůdků	0:00:12	0:00:11	0:00:15	0:00:12			
		0:00:12	0:00:11	0:00:15				
2.	Chůze pro nářadí (chůze nahoru a dolů ze schůdků)	0:04:07	0:02:56	0:02:35	0:02:45			
		0:03:55	0:02:45	0:02:20				
3.	Odpojení Eckelmaru	0:08:39	0:05:52	0:04:53	0:02:56			
		0:04:32	0:02:56	0:02:18				
4.	Připojení na Elabo	0:14:09	0:10:04	0:08:43	0:04:12			
		0:05:30	0:04:12	0:03:50				
5.	Test Elabo	0:31:09	0:26:16	0:23:15	0:18:12			
		0:17:00	0:16:12	0:14:32				
6.	Přesun na další stanoviště	0:31:39	0:26:30	0:23:30	0:00:15			
		0:00:30	0:00:14	0:00:15				

7. Stanoviště

Time Observation Form						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Test Příbaly + balení (St. 7)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name# and M-A-WV-3 times)		
1.	Chůze pro materiál do vozíku	0:04:25	0:06:40	0:07:43	0:17:35			
		0:04:25	0:06:40	0:07:43				
2.	Vložení a ukotvení materiálu	0:05:59	0:08:50	0:09:48	0:02:05			
		0:01:34	0:02:10	0:02:05				
3.	Chůze pro příbaly	0:11:34	0:13:40	0:14:20	0:04:50			
		0:05:35	0:04:50	0:04:32				
4.	Vložení příbalů	0:13:11	0:16:25	0:15:47	0:01:37			
		0:01:37	0:02:45	0:01:27				
5.	Chůze pro kanbanový materiál	0:20:45	0:21:55	0:19:32	0:05:30			
		0:07:34	0:05:30	0:03:45				
6.	Vložení Kanbanového materiálu	0:23:28	0:23:57	0:22:30	0:02:43			
		0:02:43	0:02:02	0:02:58				
7.	Chůze pro folii	0:24:08	0:24:32	0:22:53	0:00:35			
		0:00:40	0:00:35	0:00:23				
	Zabalení nábytku	0:36:51	0:36:12	0:34:48	0:11:55			
		0:12:43	0:11:40	0:11:55				

Předmontáže se při prvním měření neměřily, data k dispozici technologie jsou k dispozici v grafu prvního měření.

Příloha 2: Časové měření činností form. 2

1. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Konzole + vj/měnk (St. 1)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-3 times)		
1.	Čištění pro detail výměníku	0:00:41	0:00:40	0:00:40	0:00:40			
		0:00:41	0:00:40	0:00:40				
2.	Montáž detailu výměníku	0:08:15	0:08:43	0:07:25	0:07:34			
		0:07:34	0:08:03	0:06:45				
3	Čištění pro výměník	0:09:03	0:10:15	0:08:45	0:01:20			
		0:00:48	0:01:32	0:01:20				
4	Montáž výměníku	0:19:31	0:21:11	0:19:15	0:10:30			
		0:10:28	0:10:56	0:10:30				
5	Čištění pro horní díly	0:23:31	0:25:21	0:24:00	0:04:10			
		0:04:00	0:04:10	0:04:45				
6	Montáž horních dílů	0:30:45	0:33:49	0:32:01	0:07:14			
		0:07:14	0:08:28	0:08:01				
7	Odstran montážní plošiny	0:31:05	0:34:03	0:32:20	0:00:19			
		0:00:20	0:00:14	0:00:19				
8	Čištění pro dolní díly na přidělení konzole	0:32:25	0:35:26	0:33:17	0:01:20			
		0:01:20	0:01:23	0:00:57				
9	Montáž dolních dílů na přidělení konzoli	0:40:19	0:42:16	0:40:56	0:07:39			
		0:07:54	0:08:50	0:07:39				
10	Čištění pro konzole (už sestavených)	0:41:28	0:43:00	0:43:05	0:01:09			
		0:01:09	0:00:44	0:02:09				
11	Montáž konzoli na záda	0:44:52	0:46:54	0:46:39	0:03:34			
		0:03:24	0:03:54	0:03:34				
12	Přesun montážní plošiny	0:45:11	0:47:19	0:46:56	0:00:19			
		0:00:19	0:00:25	0:00:17				
13	Čištění pro konzole k přidělení na strop (už sestavených)	0:46:40	0:49:15	0:50:13	0:01:56			
		0:01:29	0:01:56	0:03:17				
14	Montáž konzoli na strop	0:49:39	0:52:31	0:54:47	0:03:16			
		0:02:59	0:03:16	0:04:34				
15	Přesun na další pracoviště	0:50:19	0:53:01	0:55:14	0:00:30			
		0:00:40	0:00:30	0:00:27				

## 2. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Letování (St. 2)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1	Přísun schůdků	0:01:00	0:00:55	0:00:45	0:00:55			
		0:01:00	0:00:55	0:00:45				
2	Chůze pro nástroj + hořák	0:02:05	0:02:25	0:01:41	0:01:05			
		0:01:05	0:01:30	0:00:56				
3	Montáž sponek na ventily 2*	0:06:20	0:06:10	0:06:41	0:04:15			
		0:04:15	0:03:45	0:05:00				
4	Přišroubování ventilů	0:11:20	0:12:15	0:11:39	0:05:00			
		0:05:00	0:06:05	0:04:58				
5	Chůze pro svářecí soustavu	0:13:13	0:13:49	0:12:41	0:01:34			
		0:01:53	0:01:34	0:01:02				
6	Svařování	0:27:33	0:28:18	0:28:01	0:14:20			
		0:14:20	0:14:29	0:15:20				
7	Příprava izolačních pásek na kompresor na St. 3 (v průběhu chlazení)	0:32:33	0:33:41	0:33:51	0:06:23			
		0:05:00	0:05:23	0:05:50				
8	Chůze pro nástroje na tlakovou zkoušku	0:36:48	0:37:26	0:37:51	0:04:00			
		0:04:15	0:03:45	0:04:00				
9	Natlačování (tlaková zkouška)	0:38:33	0:39:56	0:39:46	0:01:55			
		0:01:45	0:02:30	0:01:55				
10	Přesun na další stanoviště	0:40:03	0:41:13	0:41:18	0:01:30			
		0:01:30	0:01:17	0:01:32				

### 3. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Izolace trubek + podstavec na kompresor (St. 3)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Přísun pracovní plošiny	0:00:40	0:00:39	0:00:34	0:00:39			
		0:00:40	0:00:39	0:00:34				
2.	Chůze pro podstavec pod kompresor	0:02:34	0:02:19	0:02:04	0:01:40			
		0:01:54	0:01:40	0:01:30				
3.	Montáž podstavce pod kompresor	0:09:36	0:09:40	0:09:53	0:07:21			
		0:07:02	0:07:21	0:07:49				
4.	Přísun schůdků	0:10:05	0:10:11	0:10:18	0:00:29			
		0:00:29	0:00:31	0:00:25				
5.	Chůze pro izolační trubky	0:10:54	0:10:56	0:11:07	0:00:49			
		0:00:49	0:00:45	0:00:49				
6.	Aplikace trubek + lepení a řezání	0:37:26	0:35:36	0:35:19	0:24:40			
		0:26:32	0:24:40	0:24:12				
7.	Chůze pro kompresor	0:39:25	0:36:56	0:37:13	0:01:54			
		0:01:59	0:01:20	0:01:54				
8.	Montáž kompresoru	0:44:27	0:42:17	0:43:02	0:05:21			
		0:05:02	0:05:21	0:05:49				
9.	Odsun na další pozici	0:45:08	0:43:02	0:43:51	0:00:45			
		0:00:41	0:00:45	0:00:49				

### 4. Stanoviště - první operátor

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Eckelman + boky + odsávání a plnění (St. 4a)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Přísun pracovní plošiny	0:00:45	0:00:38	0:00:35	0:00:38			
		0:00:45	0:00:38	0:00:35				
2.	Chůze pro eckelman + nástroje + materiál	0:02:14	0:02:08	0:02:15	0:01:30			
		0:01:29	0:01:30	0:01:40				
3.	Montáž eckelmannu + zapojení kabelů	0:21:45	0:23:27	0:23:31	0:21:16			
		0:19:31	0:21:19	0:21:16				
4.	Chůze pro malou paletu	0:22:20	0:24:06	0:24:16	0:00:39			
		0:00:35	0:00:39	0:00:45				
5.	Chůze pro dna 4*	0:23:22	0:25:07	0:25:40	0:01:02			
		0:01:02	0:01:01	0:01:24				
6.	Ukotvení dna 4*	0:24:18	0:26:03	0:27:20	0:00:56			
		0:00:56	0:00:56	0:01:40				
7.	Chůze pro mřížku vnitřního kanálu	0:24:53	0:26:48	0:27:58	0:00:38			
		0:00:35	0:00:45	0:00:38				
8.	Chůze pro boky + přípravy (kooperace)	0:27:33	0:29:49	0:31:24	0:03:01			
		0:02:40	0:03:01	0:03:26				
9.	Chůze pro materiál na boky (kooperace)	0:29:10	0:31:40	0:33:29	0:01:51			
		0:01:37	0:01:51	0:02:05				
10.	Montáž boků na jednotku (kooperace)	0:38:39	0:41:36	0:41:50	0:09:29			
		0:09:29	0:09:56	0:08:21				
11.	Přesun na další pracoviště	0:39:13	0:42:05	0:42:35	0:00:34			
		0:00:34	0:00:29	0:00:45				

Druhý operátor

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Eckelman + boky + odsávání a plnění (St. 4b)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Přisun pracovní plošiny (kooperace)	00:45	00:38	00:35	0:00:38			
		00:45	00:38	00:35				
2.	Chůze pro komponenty vnitř. Výbava	01:45	01:36	01:39	0:01:00			
		01:00	00:58	01:04				
3.	Usazení horní + spodní PVK + izolační polstrování	20:17	20:11	20:27	0:18:35			
		01:32	01:35	01:48				
4.	Vysekání okének na čidla	22:19	22:54	23:10	0:02:43			
		02:02	02:43	02:43				
5.	Chůze pro krytky	22:38	23:12	23:35	0:00:19			
		00:19	00:18	00:25				
6.	Montáž krytek	27:38	29:10	28:39	0:05:04			
		05:00	05:58	05:04				
7.	Chůze pro boky + přípravky (kooperace)	30:18	32:11	32:05	0:03:01			
		02:40	03:01	03:26				
8.	Chůze pro materiál na boky (kooperace)	31:55	34:02	34:10	0:01:51			
		01:37	01:51	02:05				
9.	Montáž boků na jednotku (kooperace)	41:51	42:23	44:10	0:09:56			
		09:56	08:21	10:00				
10.	Přesun na další pracoviště	42:25	42:52	44:55	0:00:34			
		00:34	00:29	00:45				

5. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Odsávání a plnění + test (St. 5)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Přisun pracovní plošiny	00:35	00:27	00:43	0:00:27			
		00:35	00:27	00:43				
4.	Chůze pro hadici na odsávání	01:20	01:10	01:22	0:00:43			
		00:45	00:43	00:39				
5.	Zapojení hadice na odsávání	01:50	01:45	02:07	0:00:35			
		00:30	00:35	00:45				
6.	Odsávání (dělá jinou činnost, jen informační)	31:15	32:05	32:19	0:00:28			
		02:10	02:17	02:35				
7.	Odpojení odsávačky	00:20	00:32	00:28	0:04:12			
		07:40	06:29	06:25				
8.	Připojení na Elabo	05:30	04:12	03:50	0:17:00			
		24:40	23:41	23:00				
9.	Test Elabo	17:00	17:12	16:35	0:00:35			
		25:15	24:10	23:38				
10.	Chůze pro hadici na plnění	00:35	00:29	00:38	0:01:10			
		26:25	25:15	25:23				
11.	Zapojení hadice na plnění	01:10	01:05	01:45	0:17:59			
		04:38	04:03	04:22				
12.	Plnění	18:13	17:48	17:59	0:02:32			
		47:34	46:53	45:54				
13.	Uzavření otvorů	02:56	03:50	02:32	0:00:34			
		48:08	47:20	46:36				
15.	Přesun na další pracoviště	00:34	00:27	00:42	0:00:34			
		00:34	00:27	00:42				

## 6. Stanoviště

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Příbaly + balení (St. 8)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Přísunutí schůdků	0:00:14	0:00:19	0:00:20	0:00:19			
		0:00:14	0:00:19	0:00:20				
2.	Demontáž kompresoru	0:01:43	0:01:45	0:02:00	0:01:45			
		0:01:43	0:01:45	0:02:00				
3.	Odnesení kompresuru na peletu v jednotce	0:03:22	0:02:46	0:02:58	0:01:01			
		0:01:39	0:01:01	0:00:58				
4.	Usazení a ukotvení kompresoru	0:06:42	0:05:41	0:05:58	0:03:00			
		0:03:20	0:02:55	0:03:00				
5.	Chůze na schůdky	0:07:11	0:06:06	0:06:23	0:00:25			
		0:00:29	0:00:25	0:00:25				
6.	Zaslepení děr po kompresoru	0:10:41	0:09:46	0:09:43	0:03:30			
		0:03:30	0:03:40	0:03:20				
7.	Chůze pro materiál do vozíku	0:13:11	0:13:26	0:12:26	0:02:43			
		0:02:30	0:03:40	0:02:43				
8.	Vložení a ukotvení materiálu	0:17:45	0:17:36	0:16:51	0:04:25			
		0:04:34	0:04:10	0:04:25				
9.	Chůze pro příbaly	0:22:20	0:22:29	0:21:25	0:04:35			
		0:04:35	0:04:53	0:04:34				
10.	Vložení příbalů	0:22:57	0:23:14	0:22:12	0:00:45			
		0:00:37	0:00:45	0:00:47				
11.	Chůze pro kanbanový materiál	0:28:31	0:28:59	0:26:10	0:05:34			
		0:05:34	0:05:45	0:03:58				
12.	Vložení Kanbanového materiálu + ukotvení	0:34:19	0:34:44	0:31:08	0:05:45			
		0:05:48	0:05:45	0:04:58				
13.	Chůze pro fólii	0:34:39	0:35:23	0:31:37	0:00:29			
		0:00:20	0:00:39	0:00:29				
14.	Zabalení nábytku	0:45:02	0:46:17	0:41:50	0:10:13			
		0:10:23	0:10:54	0:10:13				

## 7. Stanoviště (předmontáž 1)

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Dna + konzole + hadice (Pra. 1.)	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Chůze pro rozmontované konzole	0:02:46	0:02:53	0:02:41	0:02:46			
2.	Montáž konzolí	0:20:29	0:19:38	0:20:41	0:17:43			
3.	Odnesení konzolí na pracoviště	0:22:08	0:21:30	0:23:20	0:01:52			
4.	Chůze pro spodní a plechy na dna	0:23:28	0:22:25	0:24:20	0:01:00			
5.	Vložení izolace do dna	0:23:57	0:23:00	0:25:05	0:00:35			
6.	Chůze pro uzavízací plechy	0:24:32	0:23:45	0:25:45	0:00:40			
7.	Uzavření dna (nýtování)	0:33:07	0:31:45	0:34:05	0:08:20			
8.	Odnesení dna na pracoviště	0:34:01	0:32:55	0:35:30	0:01:10			
9.	Chůze pro panc. Hadice	0:34:36	0:33:53	0:36:24	0:00:54			
10.	Nanesení těsnění na závit	0:37:13	0:36:51	0:38:24	0:02:37			
11.	Našroubování ventilu na závit	0:38:47	0:38:36	0:39:22	0:01:34			
12.	Nasazení izolační díl na ventil	0:44:35	0:44:21	0:44:20	0:05:45			
13.	Odnesení na pracoviště	0:44:55	0:45:00	0:44:49	0:00:29			



8. Stanoviště (předmontáž 2) – stejné pro oba dva operátory

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Deskový výměník + CU (Pra. 2.) a/b	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Chůze pro CU (kooperace)	0:02:00	0:02:05	0:02:41	0:02:05			
2.	Sestavení + letování (kooperace)	0:23:01	0:20:39	0:19:41	0:18:34			
3.	Chůze pro CU 2 (kooperace)	0:24:40	0:22:36	0:21:27	0:01:46			
4.	Sestavení + letování (kooperace)	0:36:00	0:33:31	0:31:27	0:10:00			
5.	Odkládání na místo (kooperace)	0:36:25	0:33:56	0:31:57	0:00:25			
6.	Chůze pro výměník (kooperace)	0:37:20	0:34:41	0:32:44	0:00:47			
7.	Sestavení výměníku (kooperace)	0:47:55	0:45:41	0:42:04	0:10:35			
8.	Odkládání na místo (kooperace)	0:10:35	0:11:00	0:09:20	0:00:20			

### 9. Stanoviště (předmontáž 3) první operátor

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Kompresor (Pra. 3.) a	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Letování CU trubek	0:13:00	0:12:43	0:13:59	0:13:00			
		0:13:00	0:12:43	0:13:59				
2.	Izolace sběrače	0:15:00	0:16:04	0:15:55	0:02:00			
		0:02:00	0:03:21	0:01:56				
4.	1/2 vnitřní izolace + madlo	0:21:56	0:23:16	0:21:51	0:06:56			
		0:06:56	0:07:12	0:05:56				
5.	Zapojení + veškerá el.	0:29:12	0:32:40	0:29:52	0:08:01			
		0:07:16	0:09:24	0:08:01				
6.	Sestavení + zadeklování (kooperace)	0:37:44	0:38:38	0:37:18	0:07:26			
		0:08:32	0:05:58	0:07:26				
7.	Zkouška (kooperace)	0:45:18	0:47:50	0:46:01	0:08:43			
		0:07:34	0:09:12	0:08:43				
8.	Odkládání na místo (kooperace)	0:45:33	0:48:08	0:46:14	0:00:15			
		0:00:15	0:00:18	0:00:13				

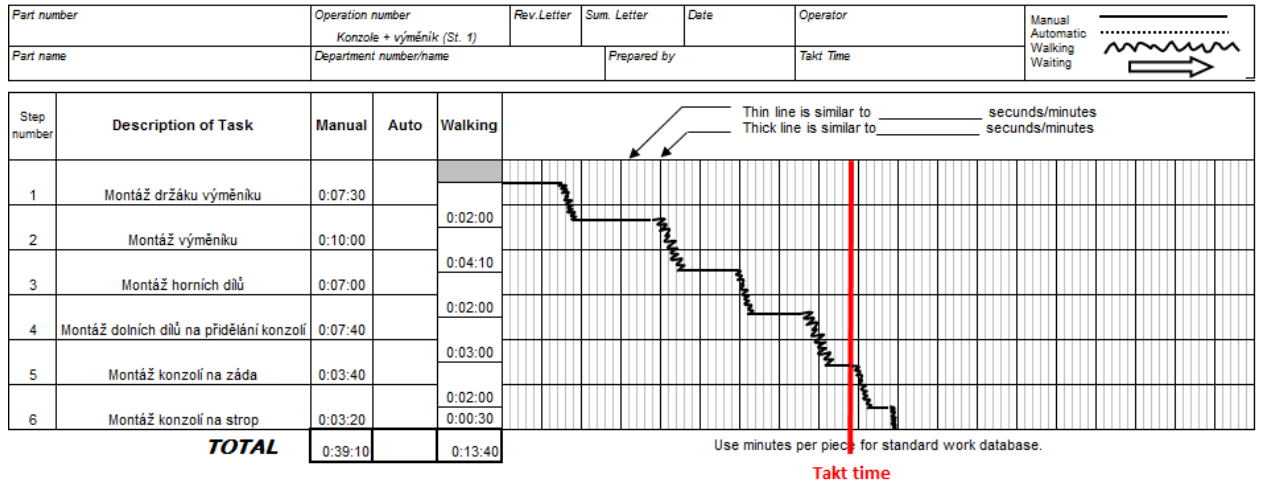
### Druhý operátor

<b>Time Observation Form</b>						Observed Part Name:	Observation Date:	Observation number:
						Observed Part: Kompresor (Pra. 3.) b	Observation Time	Observer Name:
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time	Notes: (List operator name/# and M-A-W-S times)		
1.	Řezání CU trubek	0:10:00	0:11:37	0:10:03	0:10:03			
		0:10:00	0:11:37	0:10:03				
2.	Montáž základní desky	0:15:00	0:16:31	0:16:02	0:05:00			
		0:05:00	0:04:54	0:05:59				
3.	Přípevnění kompresoru	0:22:20	0:23:16	0:24:36	0:07:20			
		0:07:20	0:06:45	0:08:34				
5.	Příprava dělice + sestavení	0:28:36	0:31:01	0:30:32	0:06:16			
		0:06:16	0:07:45	0:05:56				
6.	Sestavení + zadeklování (kooperace)	0:37:08	0:36:59	0:37:58	0:07:26			
		0:08:32	0:05:58	0:07:26				
7.	Zkouška (kooperace)	0:44:42	0:46:11	0:46:41	0:08:43			
		0:07:34	0:09:12	0:08:43				
8.	Odkládání na místo (kooperace)	0:44:57	0:46:29	0:46:54	0:00:15			
		0:00:15	0:00:18	0:00:13				

Příloha 3: Standardní periodická činnost operátora

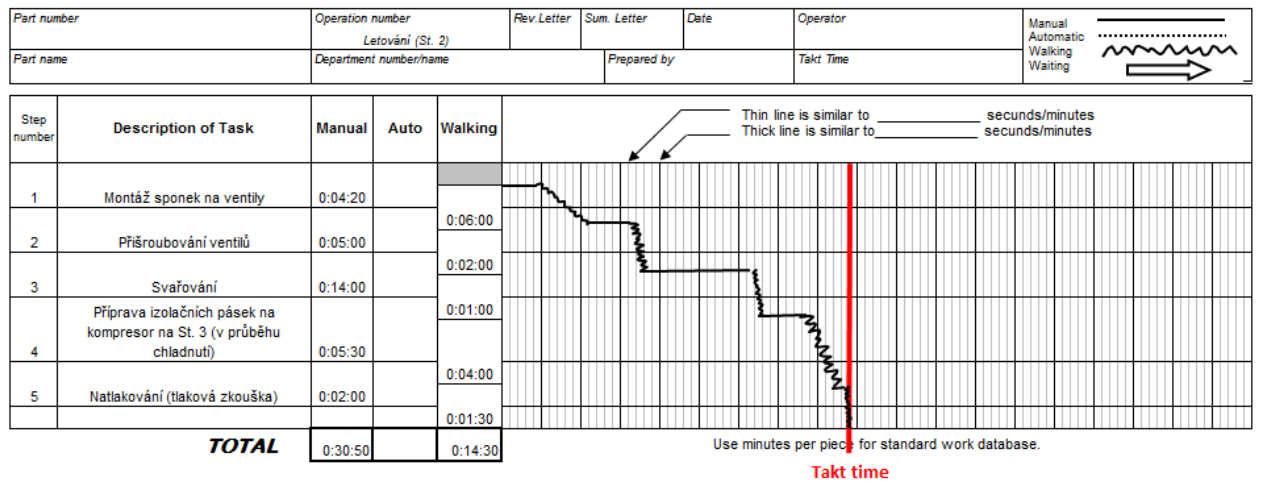
1. Stanoviště

**Standard Work Combination Sheet**



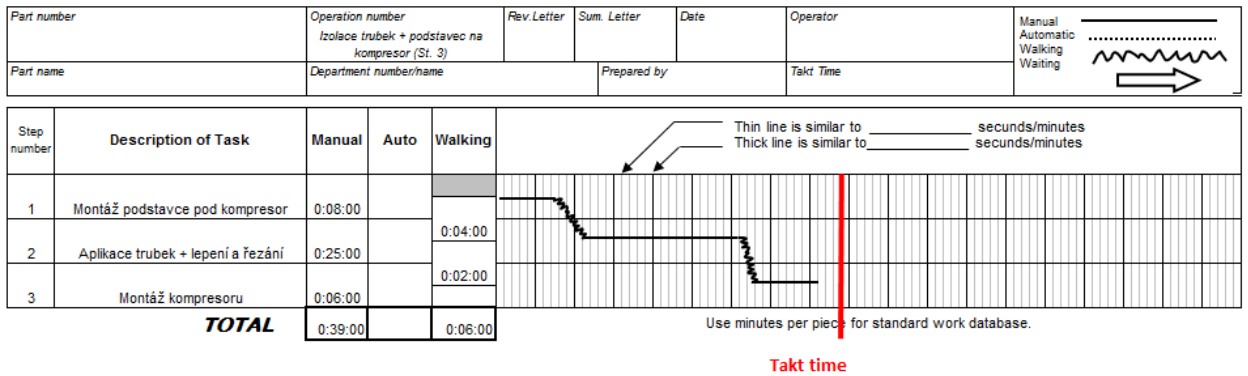
2. Stanoviště

**Standard Work Combination Sheet**



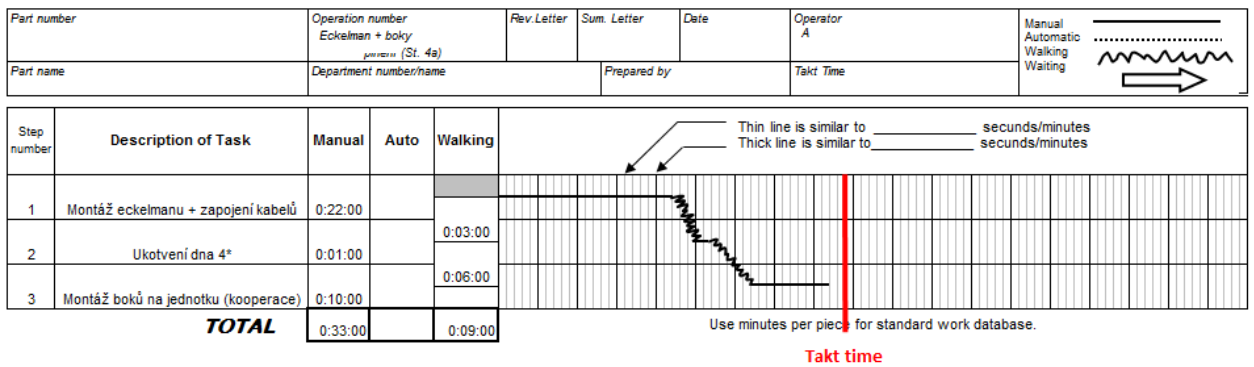
### 3. Stanoviště

## Standard Work Combination Sheet



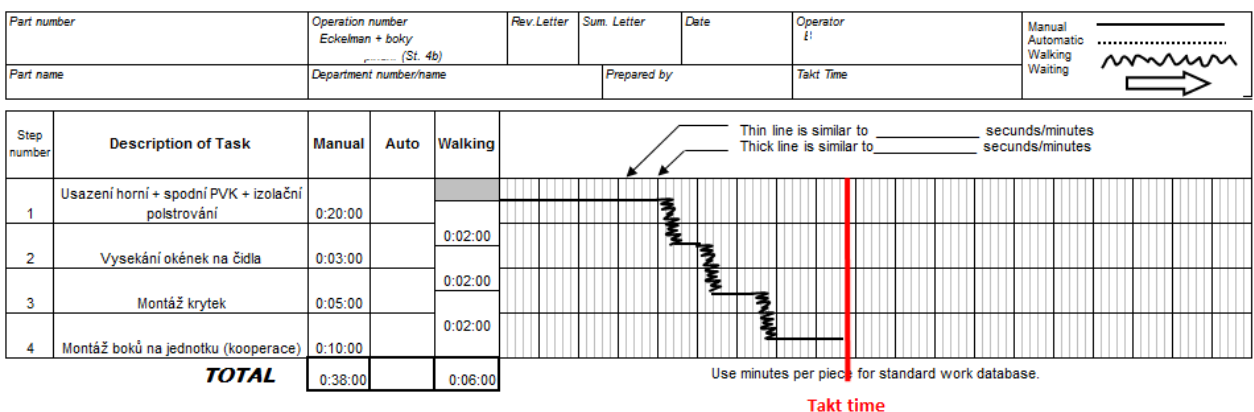
### 4. Stanoviště – první operátor

## Standard Work Combination Sheet



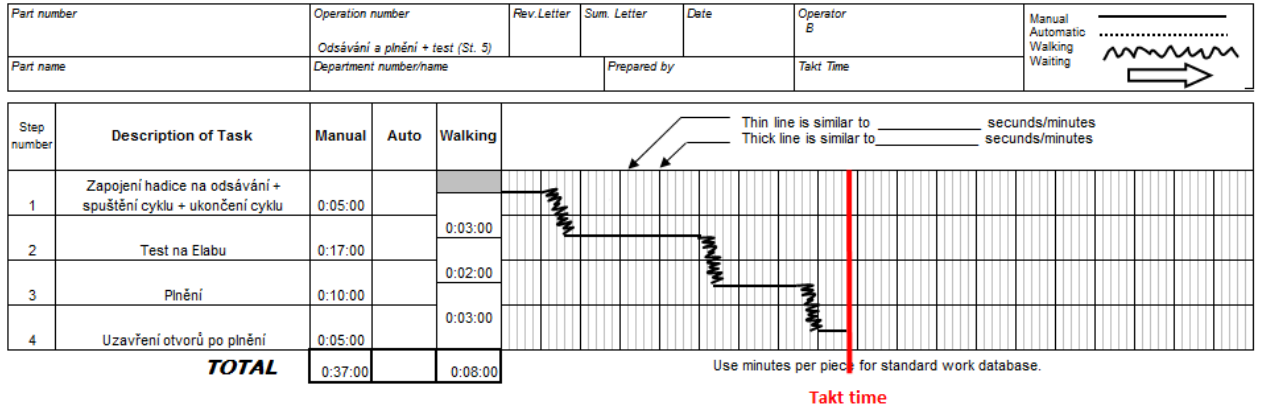
### Druhý operátor

## Standard Work Combination Sheet



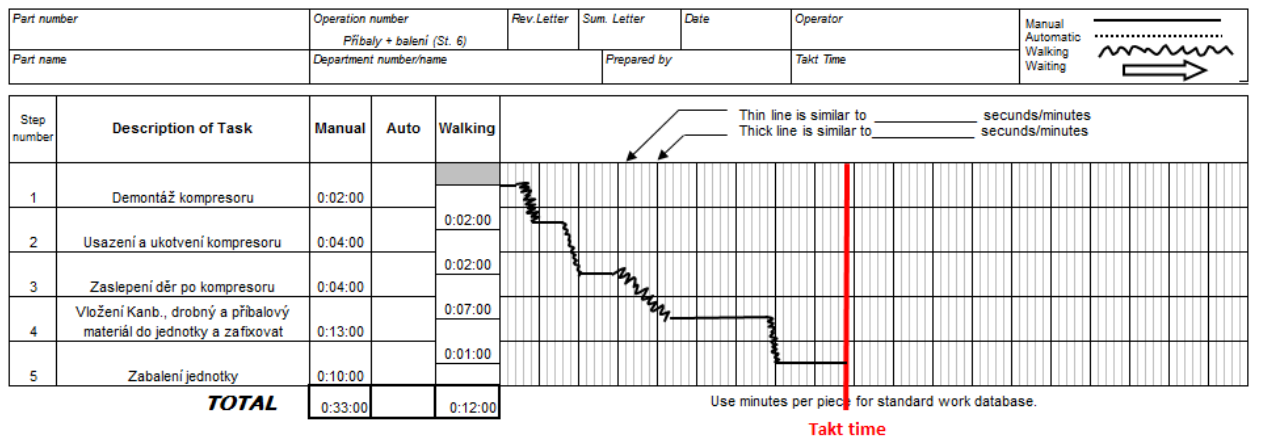
5. Stanoviště

**Standard Work Combination Sheet**



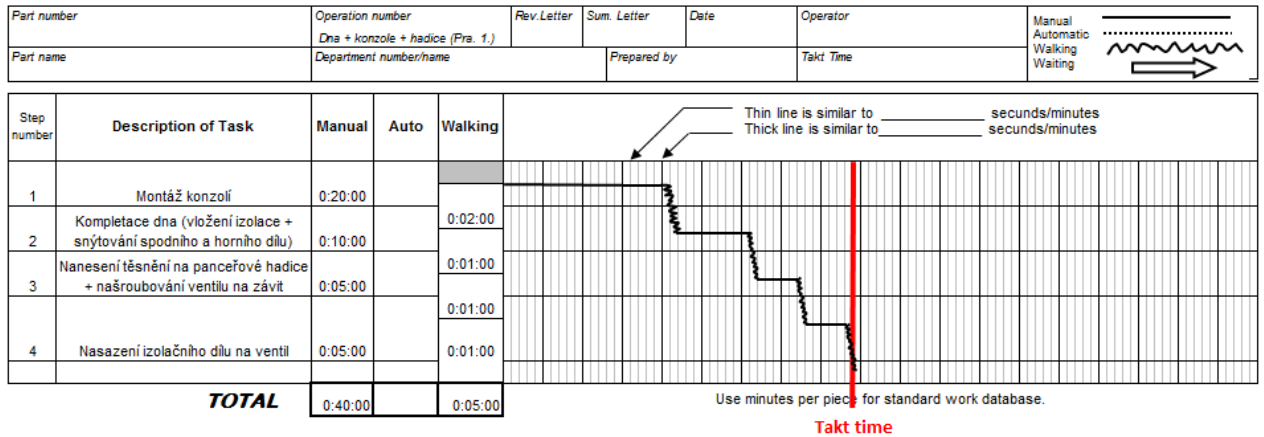
6. Stanoviště

**Standard Work Combination Sheet**



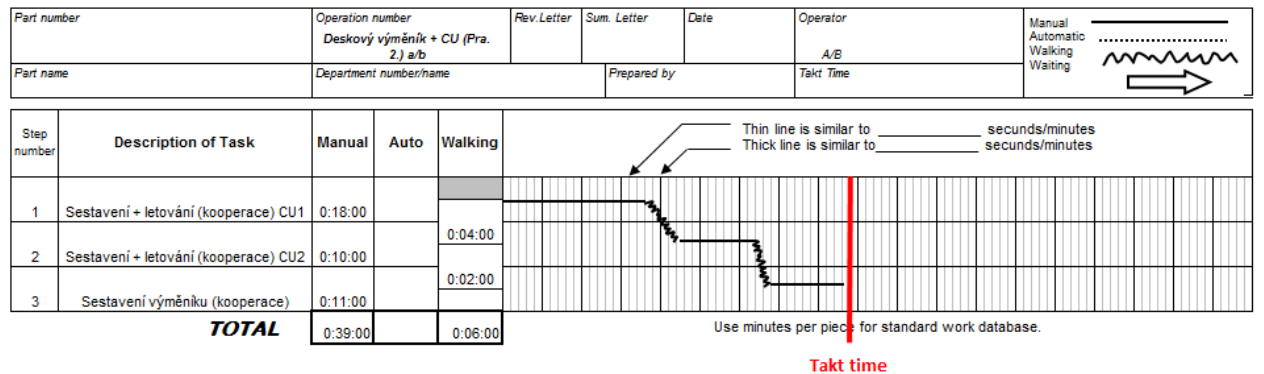
7. Stanoviště (předmontáže 1)

**Standard Work Combination Sheet**



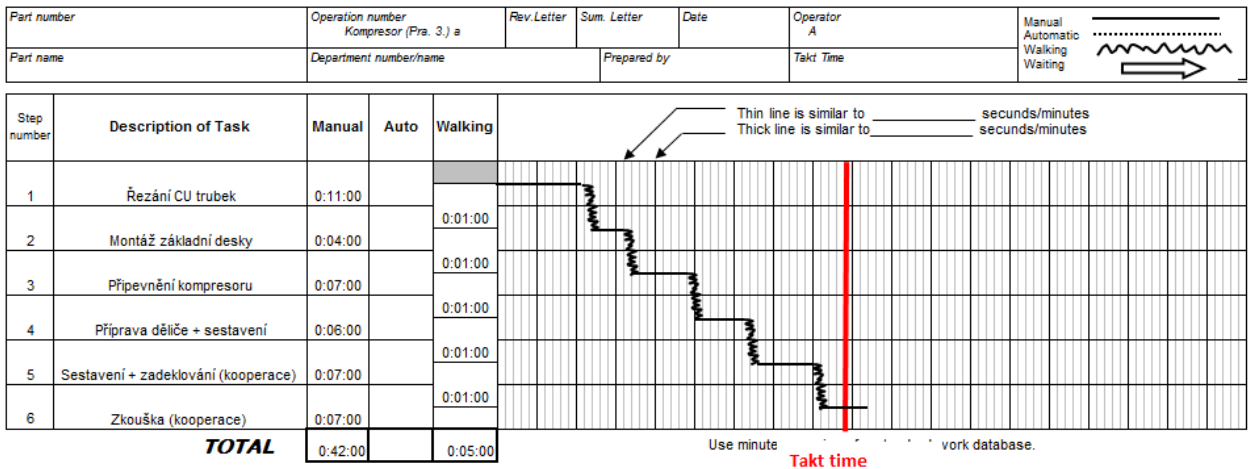
8. Stanoviště (předmontáže 2)

**Standard Work Combination Sheet**



9. Stanoviště (předmontáže 3) – první operátor

**Standard Work Combination Sheet**



Druhý operátor

**Standard Work Combination Sheet**

