

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Balancování výrobní linky

Autor: **Bc. Irena Drápalíková**

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

Akademický rok 2017/2018

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Michalovi Šimonovi, Ph.D. za vstřícnost, odborné vedení, poskytnuté konzultace, cenné rady a užitečné připomínky.

Dále bych ráda poděkovala Martinovi Suchopárovi ze společnosti WITTE Automotive, spol. s.r.o., především za obrovské množství času, který mi věnoval během zpracování praktické části diplomové práce, ale také za jeho trpělivost, odborné rady a nenahraditelné poznatky z praxe.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Drápalíková	Jméno Irena	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Balancování výrobní linky		

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	84	TEXTOVÁ ČÁST	84	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce se zabývá balancováním výrobní linky. V teoretické části jsou vysvětleny základní pojmy týkající se výrobních systémů. Následně je popsána metodika normování práce a vyvažování výrobních linek. V praktické části je provedena časová analýza jednotlivých pracovišť balancované výrobní linky a následně navržena možná řešení. V závěru práce je vybráno optimální řešení a provedeno jeho zhodnocení.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Balancování výrobní linky, výroba, spotřeba času, normování práce, MOST</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Drápalíková	Name Irena	
FIELD OF STUDY	2301T007 “Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Production line balancing		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2018
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	84	TEXT PART	84	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This thesis deals with the production line balancing. The theoretical part explains the basic concepts of production systems. The methodology of normalization of work and balancing of production lines is subsequently described. In the practical part, the time analysis of the individual workplaces of the balanced production line is carried out and then possible solutions are proposed. At the end of the thesis the optimal solution is selected and its evaluation is carried out.</p>
KEY WORDS	<p>Production line balancing, production, time consumption, standardization of work, MOST</p>

Obsah

Obsah	1
Seznam obrázků	3
Seznam tabulek	5
Seznam použitých zkratk	6
Úvod	7
1 Výrobní systém	8
1.1 Členění výrobních operací	9
1.2 Typy výrobních systémů	10
1.2.1 Rozdělení dle četnosti opakování výrobku	10
1.2.2 Rozdělení dle vazby vstupní materiál – výstupní produkt	11
1.2.3 Rozdělení dle způsobu odběru	11
1.3 Produktivita	12
2 Normování a racionalizace	14
2.1 Druhy norem	14
2.2 Třídění spotřeby času	15
2.2.1 Třídění spotřeby času pracovníka	15
2.2.2 Třídění spotřeby času výrobního zařízení	19
2.3 Normování spotřeby práce	19
2.3.1 Metodika časových studií	19
2.3.2 Metodika předem určených časů	20
3 Vyvažování linek	26
3.1 Postupy využívané k vyvažování linek	27
3.1.1 Změna uspořádání pracovišť	27
3.1.2 Organizace práce	29
3.1.3 Přípravky a technologická zlepšení	29
3.1.4 Zásobování pracovišť	29
4 Zadavatel projektu	31
5 Popis výrobní linky	32
5.1 Ruční pracoviště ST 10A	34
5.2 Strojní pracoviště ST 20	35
5.3 Ruční pracoviště ST 30	35
5.4 Strojní pracoviště ST 50	37
5.5 Ruční pracoviště ST 60	37

5.6	Strojní pracoviště ST 70	38
5.7	Ruční pracoviště EOL 1	38
5.8	Balení	40
6	Aktuální stav	41
6.1	Analýza výroby varianty č. 1 – bez klipu	41
6.2	Analýza výroby varianty č. 2 – s jedním klipem	44
6.3	Analýza výroby varianty č. 3 – se dvěma klipy	46
6.4	Vzdálenosti pracovišť	47
6.5	Souhrn	48
7	Návrhy řešení	50
7.1	Řešení pro variantu č. 1 – výrobek bez klipu	51
7.1.1	Návrh č. 1	51
7.1.2	Návrh č. 2	53
7.2	Řešení pro variantu č. 2 – výrobek s jedním klipem	55
7.2.1	Návrh č. 1	55
7.2.2	Návrh č. 2	57
7.2.3	Návrh č. 3	58
7.2.4	Návrh č. 4	60
7.2.5	Návrh č. 5	61
7.3	Řešení pro variantu č. 3 – výrobek se dvěma klipy	63
7.3.1	Návrh č. 1	63
7.3.2	Návrh č. 2	65
7.3.3	Návrh č. 3	66
7.3.4	Návrh č. 4	68
8	Výběr optimálního řešení	70
8.1	Optimální řešení pro variantu výrobku č. 1 – bez klipu	70
8.2	Optimální řešení pro variantu výrobku č. 2 – s jedním klipem	71
8.3	Optimální řešení pro variantu výrobku č. 3 – se dvěma klipy	72
8.4	Zhodnocení	73
	Závěr	75
	Použité zdroje	76
	Seznam příloh	78
	Přílohy	79

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Výrobní systém [vlastní tvorba]	8
Obrázek 1-2 Členění pracovní operace [vlastní tvorba].....	9
Obrázek 1-3 Vztah mezi objemem a rozmanitostí výroby [vlastní tvorba]	10
Obrázek 1-4 Umístění bodu rozpojení [12].....	11
Obrázek 2-1 Třídění spotřeby času pracovníka [2]	16
Obrázek 2-2 Třídění spotřeby času zařízení [2]	19
Obrázek 3-1 Graf balancování výrobní linky [vlastní tvorba]	27
Obrázek 3-2 Spaghetti diagram (před optimalizací) [19].....	28
Obrázek 3-3 Spaghetti diagram (po optimalizaci) [19].....	28
Obrázek 3-4 Příklad použití metody Poka Yoke [20]	29
Obrázek 4-1 Vývoj počtu zaměstnanců společnosti WITTE Automotive v Nejdku [vlastní tvorba].....	31
Obrázek 5-1 Door Edge Protector	32
Obrázek 5-2 Umístění chrániče ve dveřním panelu vozu.....	33
Obrázek 5-3 Chráníč dveří - model	33
Obrázek 5-4 Layout výrobní linky	34
Obrázek 5-5 Pracoviště ST 10A	35
Obrázek 5-6 Automatické pracoviště ST 20.....	35
Obrázek 5-7 Pracoviště ST 30	37
Obrázek 5-8 Automatické pracoviště ST 50.....	37
Obrázek 5-9 Pracoviště ST 60	38
Obrázek 5-10 Světelná signalizace pozice klipů na pracovišti EOL 1	39
Obrázek 5-11 Světelná signalizace pro správnou fixaci bovdenu na pracovišti EOL 1.....	39
Obrázek 5-12 Pracoviště kontroly EOL 1	40
Obrázek 6-1 Graf spotřeby času na jednotlivých pracovištích (varianta č. 1 – bez klipů).....	44
Obrázek 6-2 Graf spotřeby času na jednotlivých pracovištích (varianta č. 2 – s jedním klipem)	46
Obrázek 6-3 Graf spotřeby času na jednotlivých pracovištích (varianta č. 3 – se dvěma klipy)	47
Obrázek 6-4 Aktuální vzdálenosti pracovišť	48
Obrázek 7-1 Návrh změny uspořádání linky	51
Obrázek 7-2 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 1 (beze změny uspořádání linky)	52
Obrázek 7-3 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 1 (se změnou uspořádání linky)	53
Obrázek 7-4 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 1 (beze změny uspořádání linky)	54
Obrázek 7-5 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 1 (se změnou uspořádání linky)	54
Obrázek 7-6 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 2 (beze změny uspořádání linky)	56
Obrázek 7-7 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 2 (se změnou uspořádání linky)	56
Obrázek 7-8 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 2 (beze změny uspořádání linky)	58
Obrázek 7-9 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 2 (se změnou uspořádání linky)	58
Obrázek 7-10 Graf návrhu č. 3 pro variantu výrobku č. 2 (beze změny uspořádání linky)	59
Obrázek 7-11 Graf návrhu č. 3 pro variantu výrobku č. 2 (se změnou uspořádání linky)	60
Obrázek 7-12 Graf návrhu č. 4 pro variantu výrobku č. 2 (beze změny uspořádání linky)	61
Obrázek 7-13 Graf návrhu č. 4 pro variantu výrobku č. 2 (se změnou uspořádání linky)	61
Obrázek 7-14 Graf návrhu č. 5 pro variantu výrobku č. 2 (beze změny uspořádání linky)	62
Obrázek 7-15 Graf návrhu č. 5 pro variantu výrobku č. 2 (se změnou uspořádání linky)	63
Obrázek 7-16 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 3 (bez změny uspořádání linky)	64
Obrázek 7-17 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 3 (se změnou uspořádání linky)	64
Obrázek 7-18 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 3 (bez změny uspořádání linky)	66

Obrázek 7-19 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 3 (se změnou uspořádání linky)	66
Obrázek 7-20 Graf návrhu č. 3 pro variantu výrobku č. 3 (bez změny uspořádání linky)	67
Obrázek 7-21 Graf návrhu č. 3 pro variantu výrobku č. 3 (se změnou uspořádání linky)	68
Obrázek 7-22 Graf návrhu č. 4 pro variantu výrobku č. 3 (bez změny uspořádání linky)	69
Obrázek 7-23 Graf návrhu č. 4 pro variantu výrobku č. 3 (se změnou uspořádání linky)	69
Obrázek 8-1 Porovnání stávajícího stavu se stavem po vyvážení – varianta bez klipu	71
Obrázek 8-2 Porovnání stávajícího stavu se stavem po vyvážení – varianta s jedním klipem	72
Obrázek 8-3 Porovnání stávajícího stavu se stavem po vyvážení – varianta se dvěma klipy ..	73

Seznam tabulek

Tabulka 5-1 Variace produktů.....	32
Tabulka 6-1 MOST analýza pro pracoviště ST 10A (varianta č. 1 – bez klipu).....	42
Tabulka 6-2 MOST analýza pro pracoviště ST 30 (varianta č. 1 – bez klipu).....	42
Tabulka 6-3 MOST analýza pro pracoviště ST 60 (varianta č. 1 – bez klipu).....	43
Tabulka 6-4 MOST analýza pro pracoviště EOL 1 (varianta č. 1 – bez klipu).....	44
Tabulka 7-1 Návrh č. 1 pro variantu výrobku č. 1	52
Tabulka 7-2 Návrh č. 1 pro variantu výrobku č. 2	55
Tabulka 7-3 Návrh č. 2 pro variantu výrobku č. 2	57
Tabulka 7-4 Návrh č. 3 pro variantu výrobku č. 2	59
Tabulka 7-5 Návrh č. 4 pro variantu výrobku č. 2	60
Tabulka 7-6 Návrh č. 1 pro variantu výrobku č. 3	64
Tabulka 7-7 Návrh č. 2 pro variantu výrobku č. 3	65
Tabulka 7-8 Návrh č. 3 pro variantu výrobku č. 3	67
Tabulka 8-1 Porovnání současného stavu s novým.....	74
Tabulka 8-2 Efekty vybalancování.....	74

Seznam použitých zkratk

atd.	a tak dále
mm	milimetr
cm	centimetr
m	metr
ks	kus
s	sekunda
ms	milisekunda
hod	hodina
ETO	engineer to order, vývoj na zakázku
MTO	make to order, výroba na zakázku
ATO	assembly to order, montáž na zakázku
MTS	make to stock, výroba na sklad
TMU	time measurement units
MTM	methods time measurement
MOST	Maynard operation sequence technique

Úvod

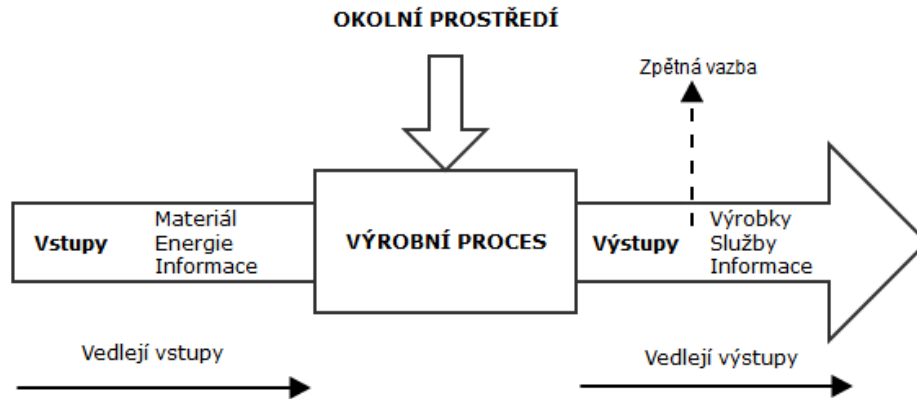
V současné době se setkáváme se stále se zvyšující mírou globalizace a turbulentním rozvojem všech technologií a vývinem technologií nových. Tento trend má zásadní dopad na průmyslovou výrobu, zejména na oblast automobilového průmyslu.

Automobilový průmysl se vyznačuje rychlým tempem výroby, vývoje a obrovskou konkurencí. Proto narůstá tlak na bezvadnou kvalitu zboží a služeb a současně na co nejnižší prodejní, a tím pádem i výrobní, ceny. Toho nelze dosáhnout bez eliminace plýtvání časem, místem a lidskými zdroji ve výrobě. Pro udržení konkurenceschopnosti je nutné neustále zvyšovat efektivitu výrobních procesů a obecně produktivitu celého výrobního systému.

Tato diplomová práce se zabývá balancováním reálné výrobní linky ve společnosti WITTE Automotive spol. s.r.o. Práce je logicky členěna do dvou částí. První z nich je teoretický úvod do problematiky vyvažování výrobních linek. Zabývá se jak základními pojmy z oblasti výroby tak problematikou spotřeby času pracovníků, časovými studiiemi a samotným způsobem balancování výrobních linek. Druhou část diplomové práce již tvoří úloha vybalancování dotčené výrobní linky. Obsahuje popis vyráběného produktu, popis celé výrobní linky a jednotlivých pracovišť. Následují samotné časové rozborů výrobního procesu pro jednotlivé varianty výrobků a možné varianty řešení. V závěru práce je proveden výběr optimální varianty řešení s přihlédnutím k omezujícím podmínkám vznesených ze strany zadavatele.

1 Výrobní systém

Výrobním systémem (obrázek 1-1) se rozumí soubor činitelů výroby a jejich vlastností, které jsou mezi sebou v určitém funkčním vztahu. Úkolem systému je technologická transformace vstupujících faktorů na výstupní faktory s přidanou hodnotou. Součástí je také okolí systému, které na transformační proces působí.



Obrázek 1-1 Výrobní systém [vlastní tvorba]

Mezi **vstupy** výrobního procesu patří:

1. transformované zdroje – materiál, energie, informace a zákazníci.
2. transformující činitelé – pracovníci a strojní zařízení potřebná ve výrobním procesu.
3. vedlejší vstupy – například vlivy počasí. Charakteristické pro ně je, že ve výrobním systému bývají nežádoucími.

Mezi **výstupy** výrobního procesu patří:

1. ekonomické statky – výrobky, služby, informace.
2. vedlejší výstupy – typickým příkladem jsou odpady vzniklé během výroby.
3. zpětná vazba – je nezbytným prvkem pro řízení celého systému. Podává informace o jeho chování.

Okolní prostředí je souhrn faktorů, které mají na výrobu vliv a nebývá možné je snadno ovlivnit. Jde o faktory ekonomické, ekologické nebo právní. Jedná se také o okolí podniku samotné, tedy v jakém městě sídlí, jaká je zde infrastruktura.

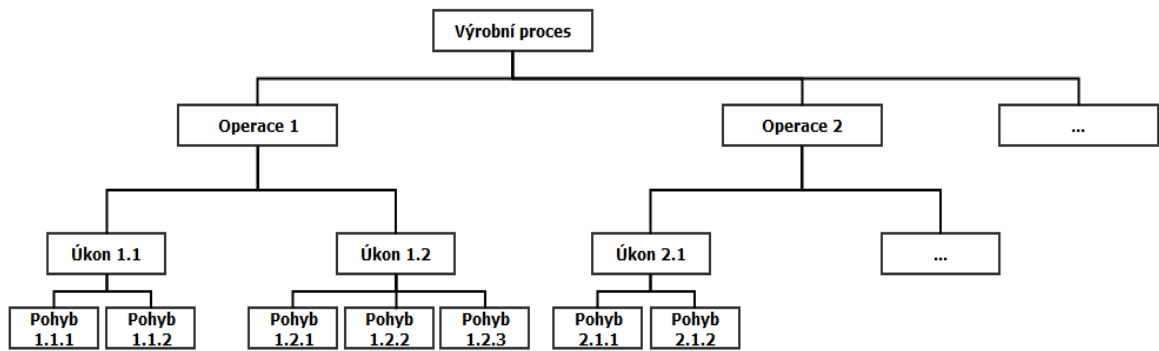
Pod pojmem výrobní proces rozumíme souhrn všech technologických, manipulačních, kontrolních a řídicích činností, jejichž účelem je měnit tvar, rozměry, složení, jakost a spojení výchozích materiálů a polotovarů ve vyráběný produkt za účasti pracovní síly a výrobních prostředků. [1] Lze ho zpravidla členit do tří fází – fázi přípravnou, fázi zhotovující a fázi dokončující. Ve fázi přípravné se vyrábějí základní díly, provádí se prvotní úprava materiálu jako obrábění a tváření. Fáze zhotovující představuje předmontáž nebo výrobu základních podsestav a sestav. Ve fázi dokončující již dochází k finální montáži konečného výrobku. Každá tato fáze výrobního procesu se skládá z dílčích pracovních operací.

Pracovní operace je časově souvislá část produkčního procesu uskutečňovaná jedním pracovníkem nebo skupinou pracovníků na jednom pracovišti, pro daný účel potřebně vybave-

ném. Je to ohraničená část výrobního procesu a představuje pro pracovníka nebo pracovní skupinu pracovní úkol, který je jim přidělen. Operaci lze dále členit na pracovní úkony a pohyby (obrázek 1-2). Příklad pracovní operace: soustružení obrobku.

Pracovní úkon je přesně ohraničená část operace tvořená souhrnem pohybů při pracovním zásahu určitým nástrojem nebo během umístování výrobku či jeho části. Příklad: usazení obrobku do sklíčidla.

Pracovní pohyb je základní, dále nedělitelná část pracovních úkonů. Sám o sobě, bez souvislosti s dalšími pohyby, nedává žádný pracovní účinek. Příklad: uchopení, puštění, přemístění. [2][3]



Obrázek 1-2 Členění pracovní operace [vlastní tvorba]

1.1 Členění výrobních operací

Výrobní operace a procesy se pro potřeby organizace a normování práce zpravidla dělí z hlediska účasti lidského faktoru na operace:

1. **ruční** – vykonává pracovník bez pomoci mechanické síly s použitím jednoduchých nástrojů. Pro tento druh operací je velmi obtížné stanovit závazný pracovní postup a následnou spotřebu času, protože každý pracovník má svůj osobitý způsob jejich vykonávání. Příklad: broušení ručním pilníkem.
2. **strojně ruční** – provádějí se na strojích za současného působení fyzické síly pracovníka. Příklad: broušení ruční elektrickou bruskou.
3. **strojní** – na obrobek přímo působí mechanismus stroje, pracovník zajišťuje a usměrňuje chod zařízení. Příklad: soustružení na univerzálním hrotovém soustruhu.
4. **automatické** – na obrobek přímo působí automatický mechanismus stroje bez přímého zásahu pracovníka. Příklad: soustružení automatickým soustruhem.

Z hlediska technologického procesu pak členíme operace na:

1. **technologické** – jsou hlavní náplní výrobních operací. Zajišťují přeměnu opracovávaného předmětu mechanickým, chemickým, tepelným aj. působením na rozpracovaný nebo finální výrobek.
2. **nettechnologické** – lze je charakterizovat jako pomocné nebo obslužné. Vytvářejí potřebné předpoklady pro uskutečnění technologických operací. [2][3]

1.2 Typy výrobních systémů

Výrobní systémy lze členit v závislosti na mnoha kritériích. Nejběžnějšími charakteristikami, dle kterých bývají výrobní systémy klasifikovány, jsou míra plynulosti výroby, kdy rozlišujeme spojitou a nespojitou výrobu. Další charakteristikou je vztah k odbytu, protože se vyrábí přímo pro zákazníka formou zakázkové výroby, nebo na sklad a přímo pro trh. Nejvíce známým a problematičtějším je dělení výroby dle četnosti opakování výrobků a podle vazby mezi množstvím vstupního materiálu a množstvím finálních výrobků.

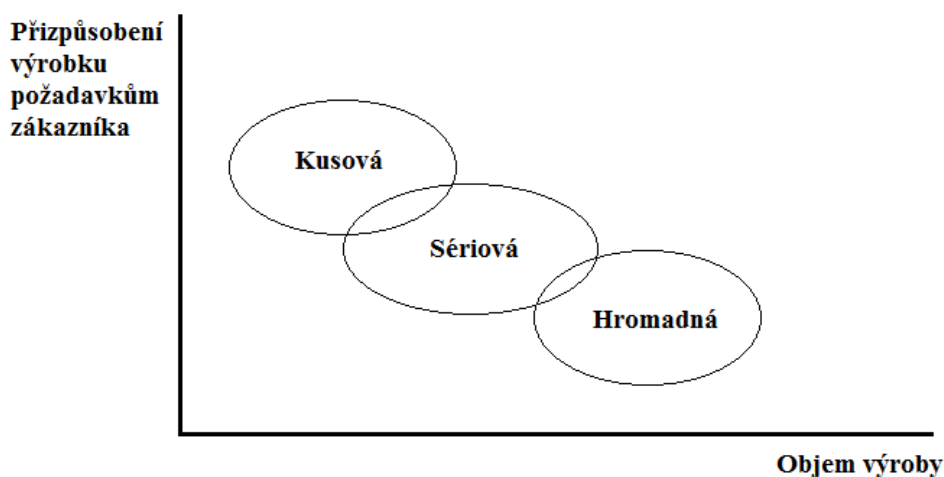
1.2.1 Rozdělení dle četnosti opakování výrobku

Nejvíce známým dělením typů výroby je třídění dle množství a počtu vyráběných výrobků znázorněným na obrázku 1-3. Hlavní rozdíl mezi těmito druhy je ve velikosti produkovaných sérií výrobků a způsobu přidělování potřebných výrobních faktorů.

Kusová výroba je charakteristická velmi malým vyráběným množstvím. Naopak počet druhů výrobků bývá velký. Používají se malé množství univerzálních strojů a zařízení. Často bývá kusová výroba prováděna pouze na základě objednávek, v tom případě se jedná o zakázkovou kusovou výrobu. V některých literaturách je také uváděno rozdělení kusové výroby na tři druhy, a to project, jobbing a batch. Project se vyznačuje přesně stanoveným termínem zahájení a ukončení a využívá pouze svých vyčleněných výrobních zdrojů. Během jobbingu se současně vyrábí několik různých výrobků a využívají mezi sebou sdílených zdrojů. Batch je výroba stejných produktů v malých dávkách.

Sériová výroba produkuje výrobky v dávkách = sériích. Používají se zaměnitelné standardizované součástky a díly. Po dokončení jedné série výrobku se začne vyrábět druhá. Dnešní sériová výroba se vyznačuje pružnými pracovními linkami, díky nim nebývá problém začít vyrábět jinou sérii v poměrně krátkém čase. Podle objemu výrobků v jedné sérii se rozlišuje malosériová, středněsériová a velkosériová výroba.

Hromadná výroba je produkce velkého množství stejného druhu výrobků. Průběh výrobního procesu je stálý, používají se často specializovaná zařízení a stroje. Často se jedná o výrobu s vysokým stupněm mechanizace a automatizace. [4]



Obrázek 1-3 Vztah mezi objemem a rozmanitostí výroby [vlastní tvorba]

1.2.2 Rozdělení dle vazby vstupní materiál – výstupní produkt

Každá výroba je unikátní v množství materiálu, které pro výrobu daného produktu spotřebuje. Některé výrobní systémy bývají kombinací několika následujících typů výroby.

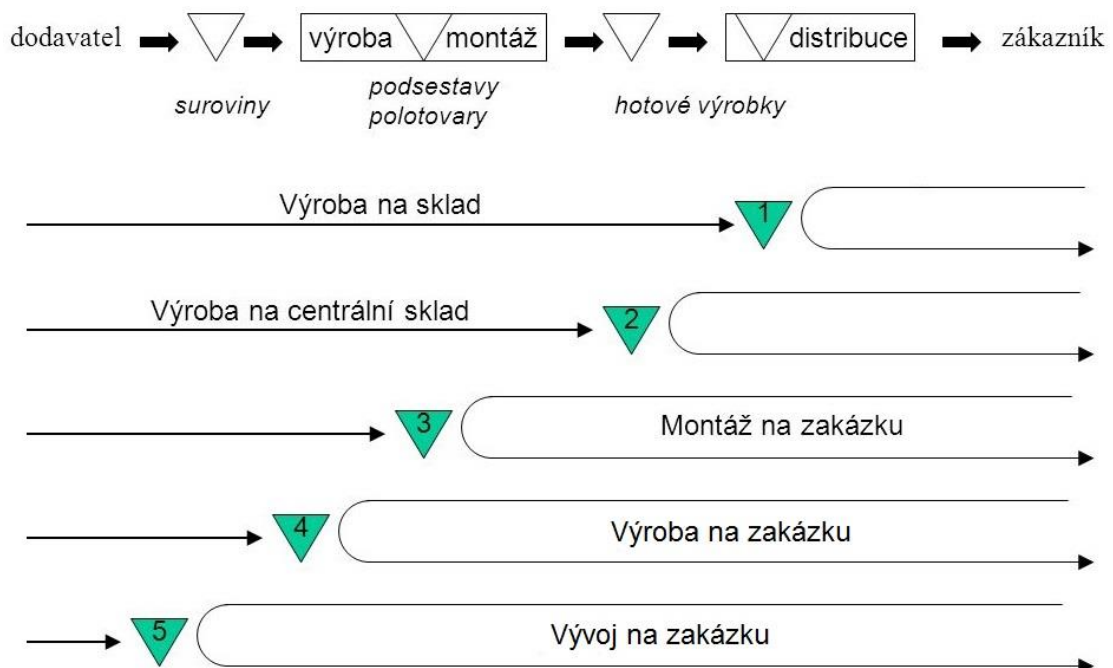
Výroba typu V spočívá v množství finálních výrobků, které je mnohonásobně větší než objem nakupovaných materiálů. Využívá se totožný technologický postup pro různé druhy výrobků. Typickým oborem je ocelářství, textilní průmysl nebo produkce léčiv.

Výroba typu A je charakteristická skutečností, že množství materiálu pro výrobu výrazně převyšuje počet výrobků. Jsou použity různé technologické postupy pro různé díly finálního výrobku. Typickým oborem je těžké strojírenství a letecký průmysl.

Výroba typu T produkuje výrobky, které se skládají z omezené množiny komponent. Během výroby se využívají zcela odlišné technologické postupy. Typickým oborem je elektrotechnika a výroba spotřebního zboží. [10]

1.2.3 Rozdělení dle způsobu odběru

Tato možnost rozdělení úzce souvisí s pojmem bod rozpojení. Jedná se o okamžik, do kterého je výroba standardizovaná. Od tohoto bodu výroba pokračuje dle požadavků koncového odběratele produktu. Podle místa umístění bodu rozpojení rozlišujeme výrobu v podobě vývoje na zakázku, montáže na zakázku, výroby na sklad a výroby na zakázku. Možná umístění bodu rozpojení jsou znázorněna na obrázku 1-4.



Obrázek 1-4 Umístění bodu rozpojení [12]

Vývoj na zakázku (ETO) je jeden z nejnáročnějších způsobů produkce. Výroba je plánována a řízena na základě dokumentace, která vzniká postupnou specifikací požadavků. Nejčastěji je tímto způsobem vyráběn produkt pro zákazníky, kteří mají vlastní vývojové oddělení, například podniky ve strojírenském a těžkém průmyslu. Téměř všechny materiál se nakupuje podle specifikací zákazníka. [10]

Výroba na zakázku (MTO) je model výroby, při kterém je plánování kapacit založeno na objednávkách zákazníka. Na rozdíl od ETO je MTO většinou výběrem z konečného spektra konfigurací, nebo pouze z definovaného spektra produktů. [11]

Montáž na zakázku (ATO) je typický způsob výroby pro automobilový průmysl. Zákazník si sestaví produkt podle svých požadavků ze standardně vyráběných součástek. Klasická je v tomto případě modularita výrobků.

Výroba na sklad (MTS) je modelem nespojitě výroby, která vyrábí určité standardní výrobky na sklad v oděvním průmyslu, spotřební elektronice, atd. Výroba zde probíhá podle dlouhodobých plánů a předpovědí poptávky. [10]

1.3 Produktivita

Významným ukazatelem vypovídajícím o výkonnosti výrobního systému je jeho produktivita. Vypovídá o účinnosti využití výrobních zdrojů, tedy všech vstupů do výrobního systému. V širším pojetí je produktivita definována jako poměr mezi celkovým objemem produkce a zdrojů, které byly v produkčním procesu spotřebovány. Tento poměr bývá vyjádřen vzorcem pro ukazatele výnosnosti výrobních faktorů:

$$V = \frac{O}{I}$$

kde: V ... výnosnost výrobních faktorů
O ... výstupy systému (vyrobené statky)
I ... vstupy systému (spotřebované výrobní faktory)

Čím vyšší je hodnota V, tím vyšší je produktivita výrobního systému. V delším časovém horizontu je nutné, aby hodnota produktivity výrobních faktorů V byla větší než 1, jinak by výroba byla ztrátová. Ze vzorce také vyplývá, že produktivita roste, pokud roste výstup při konstantní velikosti vstupů. Produktivita může růst i přesto, že roste velikost vstupů, ale musí narůstat také objem výstupů, a to rychlejším tempem než vstupy. Za situace, kdy se snižuje velikost vstupujících zdrojů, produktivita roste, pokud výstupy rovněž rostou, nebo zůstávají konstantní, nebo vstupy také klesají, ale pomaleji než vstupy. [6]

Z důvodu udržení konkurenceschopnosti podniku je neustálý tlak na zvyšování produktivity práce. Tím lze dosáhnout snížení cen výrobků a služeb pro koncového zákazníka za současného navýšení zisku z důvodu snížení celkových výrobních nákladů. Zefektivněním využívání zdrojů lze produkovat více výrobků a služeb při stejném množství zdrojů. [4][5]

Pro hodnocení využití spotřebovávaných zdrojů se zjišťují různé druhy produktivity. Se vzorcem uvedeným výše se tak lze setkat v různých obměnách.

Druhy produktivity můžeme dělit podle:

1. způsobu určení hodnotového rozměru
 - **technická produktivita**, která udává poměr vstupujících faktorů k výstupům pouze v naturálních jednotkách. Příkladem může být tvrzení „Z metrové ocelové tyče lze vyrobit 10 ks výtuh.“

- **ekonomická produktivita**, která udává poměr vstupujících faktorů k výstupům v přepočtu na peněžním ocenění.
- 2. komplexnosti uvažovaného vstupu
 - **celková produktivita**, kde jsou s výstupem poměřovány všechny výrobní faktory bez rozdílu.
 - **dílčí produktivita**, která poměřuje velikost výstupu s konkrétním druhem vstupu.

Ze všech výrobních faktorů bývá za nejvýznamnější pro výpočet produktivity uváděna práce. Prací se v tomto případě rozumí živá práce prováděna fyzickými osobami. Většinou se zkoumá produktivita výrobních dělníků.

Ke stabilizaci a zvyšování produktivity se využívá mnoha metod štihlé výroby, které bývají implementovány současně k zajištění maximálního efektu.

2 Normování a racionalizace

Racionalizace má původ svého názvu v latinském slově „ratio“ – rozum. Jde o soubor technických, organizačních a psychologických metod, opatření a postupů, jejichž výsledkem je zvýšení produktivity práce při minimálních nákladech. Jinak řečeno maximalizovat podíl činností s přidanou hodnotou. [7] Racionalizace práce se zabývá ergonomií a uspořádáním pracovišť, odstranění plýtvání zdroji (materiálními, lidskými, časovými), optimalizací pracovních procesů z hlediska časového i kvalitativního. Dle F. W. Taylora, který je prvním autorem časových studií práce, jsou za teoretické základy racionalizace práce považovány následující požadavky:

- každou pracovní činnost je nezbytné rozložit na základní pracovní pohyby. Poté se na základě pohybových a časových studií posoudí vhodnost stávajících činností a aplikuje se vše, co vede k zlepšení pracovních podmínek a optimalizaci způsobu práce.
- nezatěžovat pracovníka přípravnými a pomocnými pracemi, které může vykonávat pomocný pracovník lépe a v kratším čase.
- jednotlivé pracovní postupy vhodně přidělovat pracovníkům z hlediska odborné kvalifikace
- pečlivě rozdělit práci a odpovědnost mezi vedení a běžné pracovníky. [8]

Jednou z širokých a významných oblastí racionalizace práce je její normování. Úkolem normování práce je objektivní určování množství spotřebovaného času během práce a její vhodné rozdělení mezi pracovníky. Výstupem jsou normativní podklady, využitelné pro objektivní plánování a řízení výroby, měření výkonnosti, vyvažování pracovišť, odměňování pracovníků a ekonomické výpočty. [2]

2.1 Druhy norem

Pro plánování objemu výroby, počtů pracovníků, výše výrobních nákladů, tvorbu kalkulací a cen se používají různé druhy norem. Rozlišuje se tak výkonová norma, norma obsluhy, pracovní a norma počtu.

Výkonová norma je vyjádřena jako norma času, která stanoví spotřebu času na určitou pracovní operaci nebo její část, nebo jako norma množství, která určí počet jednotek pracovní operace připadající na časovou jednotku (nejčastěji pracovní směnu). Norma času může být stanoven s různou přesností v závislosti na četnosti opakování zkoumaného pracovního úkolu. Čím častěji se operace opakuje, tím přesnější norma musí být. Kvalita normy závisí na metodě, jakou byla vytvořena. Přesnější metody stanovení normy času jsou metody rozborové.

Norma obsluhy udává počet jednotek, které jsou přidělené k obsluze jednomu pracovníkovi nebo pracovní skupině, někdy se nazývá jako individuální norma obsluhy. Norma se stanovuje i pro obsluhovanou jednotku, kde naopak udává, kolik pracovníků je potřeba pro jeho bezproblémový chod – v tomto případě se nazývá kolektivní norma obsluhy. Obsluhovanou jednotkou nejčastěji bývá stroj nebo jiné výrobní zařízení, ale jednotkou tak může být předák, který obsluhuje dělníky nebo počet lůžek připadajících na jednu zdravotní sestru. Vychází z normy výkonové.

Norma počtu je vyjádřením počtu pracovníků a kvalifikační struktury v organizačním útvaru, která je potřebná pro jeho funkci. Běžně se vychází z **normy pracovní**, která vyjadřuje spo-

třebou času na určitý objem výroby. Norma počtu se spočte jako podíl celkového času potřebného ke splnění plánovaných úkolů za časové období a použitelného časového fondu jednoho pracovníka ve stejném období. [9]

2.2 Třídění spotřeby času

Pro jednodušší práci s časovými hodnotami všech činností se používá třídění spotřebovaného času do kategorií. Vede ke zrychlení zpracování časových údajů, stanovování norem a usnadnění kontroly dosahování plánovaných výsledků. Uvedené rozdělení je pouze doporučené, není striktním předpisem, ale je běžně používané. Při třídění spotřeby času se rozlišují základní výrobní činitelé, a to pracovník a výrobní zařízení. V obou těchto soustavách se shodně rozlišuje čas nutný, čas zbytečný, skutečný čas a normativní čas.

Nutný (normovatelný) čas je stanoven úhrnem spotřeby času nezbytně potřebné pro účinný a hospodárný průběh technologických a pracovních procesů a činností potřebných k realizaci pracovních úkolů. Na základě nutného času jsou stanoveny normy spotřeby času. Nutný čas se skládá z času nutné práce, nutných přestávek, nutných činností pracovníků i nezbytných činností zařízení nebo času nutných pohybů.

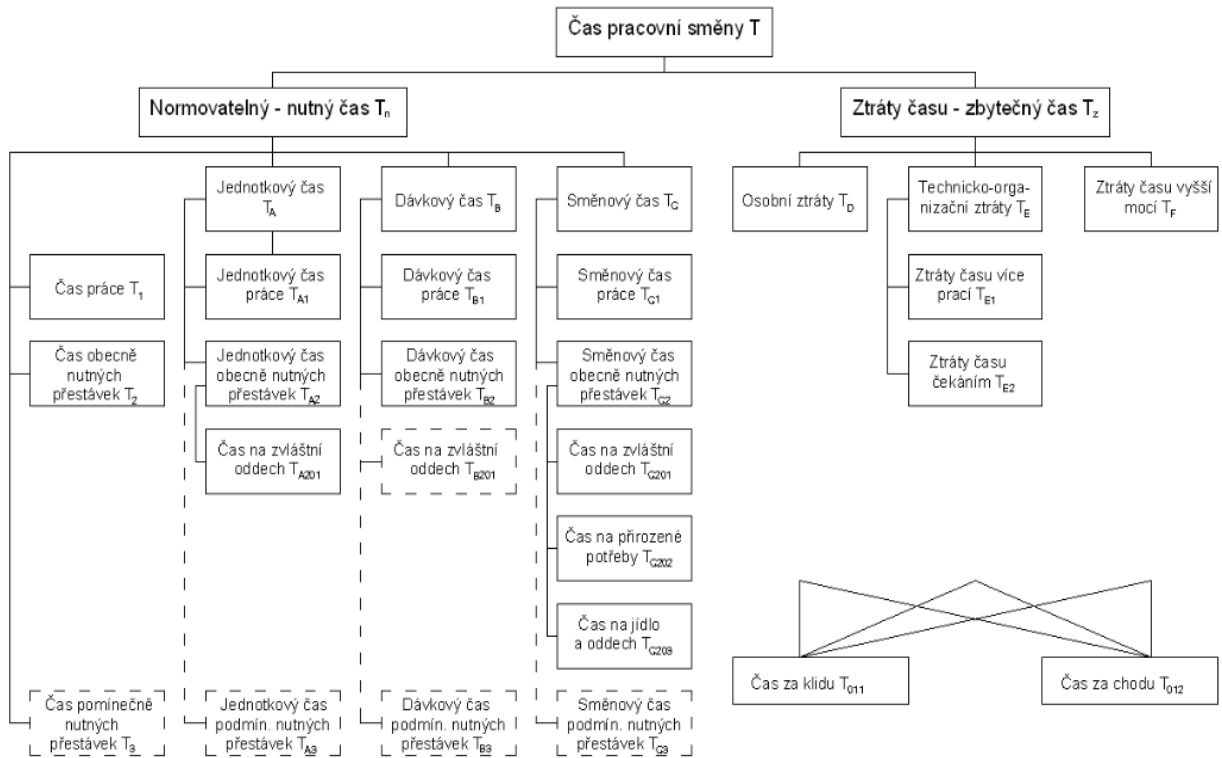
Zbytečný (nenormovatelný) čas je jiným názvem pro časové ztráty ve výrobě. Je to čas nepotřebný pro funkční průběh technologických a pracovních procesů. Z tohoto hlediska se nemá aplikovat při operativním plánování a stanovení norem spotřeby práce. Eliminací ztrátového času lze dosáhnout zvýšení produktivity práce.

Skutečný čas je pozorováním a měřením zjištěný čas trvání určité činnosti pracovníka nebo výrobního zařízení.

Normativní čas je čas, který je předepsán normou pro trvání určité pracovní operace. [2]

2.2.1 Třídění spotřeby času pracovníka

Členění spotřeby času pracovníka je srozumitelně patrné z obrázku 2-1. Všechny časy jsou vztaženy k času pracovní směny, někdy také označovaného jako směnový čas. Jeho hodnota závisí na konkrétním organizačním útvaru ve výrobním systému a jeho směnnosti.



Obrázek 2-1 Třídění spotřeby času pracovníka [2]

Nutný čas, nebo normovatelný čas (T_N), udává součet časů, které jsou normovatelné. Nutný čas se dále dělí na čas práce T_1 , čas obecně nutných přestávek T_2 a čas podmíněně nutných přestávek T_3 . Čas práce je souhrnem časů, které jsou pracovníkem spotřebovány k vykonání daného pracovního úkolu. Patří sem jak časy strávené pracovní činností, tak normami a předpisy stanovené doby přestávek. Součástí jsou také podmíněné přestávky dané například chodem zařízení. Spotřeba nutného času se měří ve vztahu k jednotce výrobku (t_A), výrobní dávce (t_B) nebo k činnosti vykonávané během celé směny (t_C), jako jsou přípravy a uspořádání pracoviště, čištění a promazání stroje atd. Třídění času práce uvedené výše je přehledně znázorněno v tabulce 2-1, třídění časů přestávek pak v následující tabulce 2-2.

Druh času		Symbol	Druh spotřeby času
Čas práce	jednotkové	A 11	Čas práce za klidu
		A 12	Čas práce za chodu
		A 103	Odstranění drobných poruch
		A 104	Výměna nástrojů (nářadí)
		A 105	Čistění stroje během směny
		A 106	
		T _A 1	Čas jednotkové práce
		T _A 12	Čas jednotkové práce za chodu zařízení (stroje)
	dávkové	B 101	Obstarávání pracovních podkladů
		B 102	Prostudování pracovních podkladů
		B 103	Příprava zařízení a pracoviště
		B 104	Příprava nástrojů, přípravků a přístrojů
		B 105	Seřízení stroje - kontrola 1 kusu
		B 106	Odstrojení výrobního zařízení
		B 107	Odevzdání výrobní dávky a nástrojů, nářadí ...
		B 108	Očistění zařízení a pracoviště
		B 109	Vypsání pracovního listu
		T _B 1	Čas dávkové práce
		T _B 12	Čas dávkové práce za chodu zařízení (stroje)
		směnové	C 101
	C 102		Úprava pracoviště na začátku směny
	C 103		Úklid na konci směny
	C 104		Mazání stroje během směny
	C 105		Služební rozhovory
	C 106		
	C 107		
	T _C 1		Čas směnové práce
	T _C 12		Čas směnové práce za chodu zařízení

Tabulka 2-1 Značení normovatelných časů – čas práce

Čas přestávek	obecně nutné	201	Čas na oddech
		202	Čas na přirozené potřeby
		203	Čas na svačinu
		T 2	Čas obecně nutných přestávek
		T 22	Čas obecně nutných přestávek za chodu zařízení
	podmíněně nutné	31	Čas podmíněčně nutných přestávek za klidu
		32	Čas podmíněčně nutných přestávek za chodu
		T 3	Čas podmíněčně nutných přestávek
		T _N	Čas normovatelný celkem

Tabulka 2-2 Značení normovatelných časů – čas přestávek

Zbytečný čas neboli čas ztrátový (T_z) je součtem časů, které vznikly nežádoucími situacemi a nepřidávají výrobku žádnou hodnotu. Jsou to časy, za které zákazník odmítá zaplatit. Jedná se o osobní ztráty způsobené špatnou pracovní disciplínou, předčasnými odchody z pracoviště, nepochopitelnými rozhovory s ostatními pracovníky nebo způsobené opravou vlastních zmetků

(t_D). Další kategorií ztrátových časů jsou technicko-organizační ztráty (t_E), které zpravidla pracovník sám nezavinil. Typickým příkladem je čekání na materiál, nebo vícepráce vynaložené na opravu zmetků, které nejsou zaviněné pracovníkem. Ztrátu času také způsobují zásahy vyšší moci (t_F). Jedná se například o nepředvídatelné výpadky energie způsobené bouří. Zmíněné dělení ztrátových časů lze vidět v následující tabulce 2-3.

Osobní ztráty času	zaviněné	D 11	Pozdní příchod na pracoviště
		D 12	Předčasný odchod z pracoviště
		D 13	Zbytečné osobní přestávky
		D 14	Soukromé hovory
		D 15	Opravy vlastní chybné práce
		D 16	
		D 1	Osobní ztráty času zaviněné (pracovníkem)
	nezaviněné	D 21	Pracovní porady
		D 22	Krátkodobé lékařské ošetření
		D 23	Odborová činnost a jiné organizované akce
		D 2	Osobní ztráty času nezaviněné (pracovníkem)
		T_D	Osobní ztráty času
Technicko - organizační ztráty času	víceprací	E 11	Ztráty času vadou (skrytou) konstrukcí zařízení
		E 12	Ztráty času zaviněné vadou materiálu
		E 13	Ztráty času zaviněné cizími zmetky
		E 14	Ztráty času zaviněné vadným přístrojem
		E 15	Ztráty času zaviněné strojem
		E 16	Ztráty času zaviněné nástrojem
		E 17	
		$T_E 1$	Ztráty času víceprací
	čekáním	E 21	Čekání na pracovní podklady
		E 22	Čekání na materiál
		E 23	Čekání na dopravu
		E 24	Čekání na jeřáb
		E 25	Čekání na dodávku energie
		E 26	Čekání na opravy
		E 27	
		$T_E 2$	Ztráty času čekáním
		T_E	Technické a organizační ztráty času
Ztráty vyšší moci		F 1	Ztráta času v důsledku vzniku požáru
		F 2	Ztráta času vzniku přivalové vody
		F 3	Ztráty času vlivem zásahu jiných přírodních sil
		T_F	Ztráty vyšší moci (obecně - souhrnně)
		T_z	Ztráty času celkem

Tabulka 2-3 Značení ztrátových časů

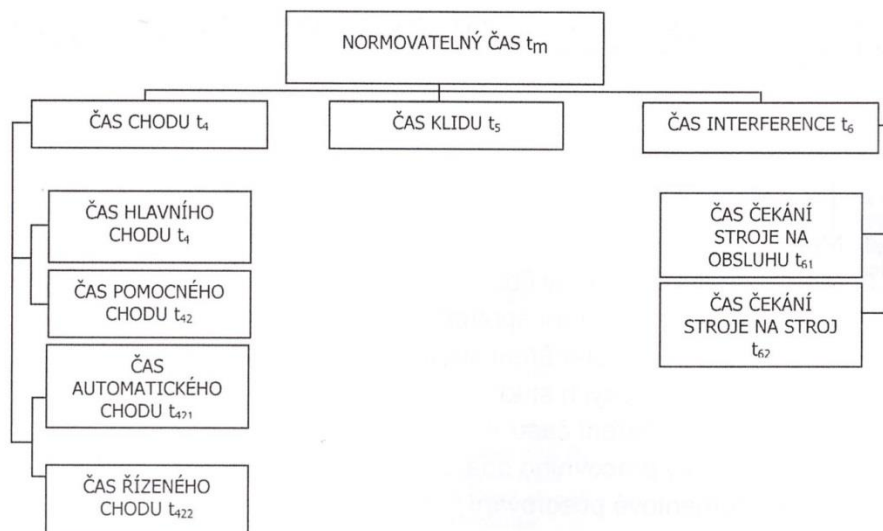
2.2.2 Třídění spotřeby času výrobního zařízení

Čas, který pro svůj chod spotřebuje výrobní zařízení, se člení na čas chodu, čas klidu a čas interference. Schéma třídění spotřeby času výrobních zařízení je znázorněno na obrázku 2-2. U jednotlivých symbolů se užívá malé písmeno m pro zamezení záměny s časem pracovníka.

Čas chodu (t_4) je součtem doby činnosti daného zařízení potřebné ke splnění pracovního úkolu. Patří sem jak chod hlavní, kterým zařízením plní svůj hlavní pracovní úkol, tak chody pomocné, které přímo nevytvářejí přidanou hodnotu výrobku, ale jsou nutné k plnění hlavního úkolu.

Čas klidu (t_5) je doba nečinnosti zařízení, kdy pracovník provádí úkony nutné k dalšímu chodu zařízení. Jedná se například o upínání obrobku.

Časem interference (t_6) se rozumí součet časů prostojů pracovního stroje, kdy stroj čeká na obsluhu pracovníkem, nebo na dokončení chodu jiného stroje. Týká se zařízení, které patří do souboru současně obsluhovaných objektů jedním pracovníkem.



Obrázek 2-2 Třídění spotřeby času zařízení [2]

2.3 Normování spotřeby práce

Normování práce je důležitou součástí řízení výroby. Norma je klíčová jak pro plánování výroby, tak často také pro ohodnocování pracovníků. K normování spotřeby času se používá množství různých přístupů. Nejběžněji užívanými metodami v podnicích jsou rozborové metody spočívající v přímém měření spotřebovaného času a na druhé straně pak metody předem určených časů.

2.3.1 Metodika časových studií

Principem této metodiky časových studií je přímé měření spotřebovaného času pomocí stopky, hodin. Jedná se o velmi pracný a časově i finančně náročný způsob určování spotřeby času, který neumožňuje vždy pohotově dodání časových údajů pro případné vypracování nabídek, plánování výroby a předběžný výpočet nákladů. Časové studie se v základě dělí dle plynulosti měření na kontinuální časové studie a momentové pozorování.

Kontinuální časové studie získává údaje plynulým, nepřetržitým měřením pracovní operace, které se nazývá snímkování. Nejběžněji se používá snímek pracovní operace a snímek pracovního dne. Při momentovém pozorování se zaměřuje na určitou část pracovní operace, která je zpravidla volena náhodně. Jde o techniku založenou na teorii pravděpodobnosti. Vychází z předpokladu, že reprezentativní vzorek náhodně zjištěných údajů vykazuje s přípustnou přesností shodné složení sledovaných druhů údajů, jako je ve skutečnosti. Výsledkem nejsou údaje o velikosti jednotlivých druhů času, ale jejich podíl v čase směny. [14]

Snímky operace

Měření spotřeby času v pracovní operaci se nazývá chronometráž. Snímky operace se provádějí v podobě plynulé, výběrové a snímkové chronometráže a jiným řešením je také sumární měření operace. Jak napovídají názvy metod, plynulá chronometráž měří v operaci všechny pracovní úkony s pravidelným sledem. Při snímkové chronometráži jsou měřeny časy všech pracovních operací v úkonu, které nemají pravidelnou postupnost. Výběrová chronometráž se používá pro měření času konkrétně zvolených pracovních úkolů. Úkolem sumárního měření je změření času pracovní operace jako celku bez jejího členění na dílčí pracovní úkony. [15]

Během provádění chronometráže je potřeba pracovní operaci rozdělit na jednotlivé úkony, jejichž spotřeba času bude měřena. Tedy neměříme operaci jako jeden celek, ale měříme její dílčí úkony. Musí být přesně určena počáteční událost měřeného úkonu a také jeho koncová událost, která je současně začátkem úkonu následujícího, aby byla dodržena plynulá návaznost úkonů v operaci. Zaznamenávají se pak postupné časy změřené v mezních bodech. Jejich součet pak udává celkovou dobu trvání pracovní operace. Tímto způsobem se obvykle měří například cyklus 15 po sobě jdoucích stejných operací pro lepší vypovídající hodnotu tohoto měření. S větším počtem měření je vyšší pravděpodobnost, že nastane nějaká nestandardní situace, kterou je do měření také potřeba zaznamenat. Mnohdy tyto situace mají za následek právě neplnění norem, kvůli kterému se chronometráž často provádí. Klasickým představitelem této metodiky je německá REFA.

Snímky pracovního dne

Snímky pracovního dne se využívají k měření spotřebovaného času v průběhu celé pracovní směny a to jak jednotlivým pracovníkem, tak celou skupinou pracovníků, nazývanou četa. Dalším používaným způsobem je hromadný snímek pracovního dne, kdy se měří všechny činnosti několika pracovníků, který tvoří pracovní četu, tedy pracují odděleně. Lze také vytvořit snímek pracovního dne bez výše zvolených pravidel, mohou být měřeny všechny činnosti nebo pouze vybrané činnosti u jednoho pracovníka. Takové měření se zaměřuje na časové ztráty. [15]

Výše zmíněně momentové pozorování je tedy zvláštním případem snímku pracovního dne, kdy jsou zjišťovány spotřeby času pro náhodné činnosti u náhodných pracovníků.

2.3.2 Metodika předem určených časů

Tyto metody spočívají v detailním rozčlenění pracovní činnosti na základní pohybové prvky nebo jejich sekvence, které mají stanovené své časové hodnoty. Jejich možné použití nespočívá jen v pozorovací analýze, ale také v oblasti projektování, kde je určitá práce teprve plánována. Umožňují také vybrat nejvhodnější variantu pracovní operace a to vše bez nutnosti provádět náročné časové studie. Je ovšem nutné zmínit také hlavní nevýhodu těchto metod a tou je osobitý styl provádění pracovních operací a rozdílný pracovní výkon každého pracovníka, který může vést k nepřesnostem, a časové studie pak mohou být přesto žádoucí.

Metody předem určených časů využívají pro vyjádření času speciální časové jednotky označované TMU, kde:

1 TMU = 0,0001 hod	1 hod = 100000 TMU
1 TMU = 0,0006 min	1 min = 1667 TMU
1 TMU = 0,036 s	1 s = 27,78 TMU

MTM

Jedná se o nejdetailnější způsob při rozboru spotřeby časů. Metoda spočívá v rozdělení manuálních úkonů pracovní operace na dále nedělitelné elementární pohyby, přičemž v jednom časovém okamžiku nemůže být prováděno více těchto úkonů. Ke každému základnímu pohybu je posléze přiřazena časová norma, která je závislá na druhu pohybu a podmínkách. Základní MTM rozeznává celkem 3 základní skupiny pohybů, ze kterých může být složen jakýkoli pracovní úkon. Jedná se o 8 pohybů horních končetin, 12 pohybů dolních končetin a těla a 2 pohyby očí.

Název pohybu [CZ]	Název pohybu [EN]	Značení
Pohyby horních končetin		
Sáhnout	Reach	R
Uchopit	Grasp	G
Přemístit	Move	M
Spojit	Position	P
Pustit	Relase	RL
Oddělit	Disengage	D
Obrátit	Turn	T
Tlačit	Apply pressure	AP
Pohyby dolních končetin		
Pohyb chodidla bez tlaku	Foot movement	FM
Pohyb jedné nohy	Leg movement	LM
Úkrok stranou	Side step	SS
Otočení těla	Turn body	TB
Chůze bez zátěže a překážek	Walk place	W-P
Předklonění	Bend	B
Vzpřímení	Arise	A
Úklon	Stoop	S
Klek na jedno koleno	Kneel on one knee	KOK
Klek na obě kolena	Kneel on both knees	KBK
Sednout	Sit	SIT
Vstát	Stand	STD
Pohyby očí		
Sledování pohledem	Eye travel	ET
Pohled zaostřit (rozlišit)	Eye focus	EF

Tabulka 2-4 Druhy pohybů MTM

Většina pohybů je závislá na dalších veličinách, jako je dráha přesouvaného předmětu nebo jeho hmotnost, jaký je úhel otáčení těla, jaká je přesnost umístění manipulovaného předmětu, nebo zda je potřeba dbát na symetričnosti. S narůstající složitostí narůstá pak také časová

norma pro daný pracovní úkon. Pro představu kódování a následného výpočtu času základní metodou MTM je uveden příklad níže.

„Vzít podložku o průměru 6 mm ležící ve vzdálenosti 20 cm a podat ji do vzdálenosti 30 cm k upínacímu trnu.“ [16]

Kód úkonu	Popis	TMU
R20B	R – sáhnout 20 – do vzdálenosti 20 cm B – po volně ležícím předmětu, jehož poloha se může měnit. Mírné nároky na kontrolu.	10
G1B	G – uchopit 1B – malý, plochý předmět ležící v rovině s podložkou. Výška předmětu nejvýše 3 mm.	3,5
M30C	M – přemístit 30 – vzdálenost do 30 cm C – na přesné místo, vůle $> 12 \leq 25$ mm. Vysoké nároky na kontrolu.	15,1

Tabulka 2-5 Příklad kódování a výpočtu normy metodou MTM

Výpočet spotřeby času ze základních pracovních úkonů je velmi pracný, proto byly vytvořeny odvozené normativy MTM-2 pro operace trvající 0,5 – 3 minuty a MTM-3 pro operace trvající 3 – 30 minut. V těchto mutacích základního systému MTM se pohyby sdružují do větších celků. [16]

Basic MOST

Metoda je založena na rozdělení manuální pracovní operace na sekvence úkonů. Koncepce Basic MOST vychází z principu, že práce je vydávání energie za účelem splnění určitého úkolu, zjednodušeně řečeno je podle této myšlenky práce přemísťování objektu. Takové přemísťování objektů sledují konzistentně se opakující vzorce ve struktuře sáhnout, uchopit, přemístit a umístit objekt. K popisu manuální práce v metodě Basic MOST jsou zapotřebí 4 základní sekvenční modely, z toho 3 pro manuální činnost a 1 pro použití ručního jeřábu.

1. Obecné přemístění

Sekvence pro ruční prostorové přemísťování objektu bez překážky volně vzduchem. Tento sekvenční model se skládá ze základních kroků:

Označení	Popis pohybu
ABG	Sáhnutí jednou nebo oběma rukama na určitou vzdálenost k předmětu.
	Získání manuální kontroly nad předmětem.
ABP	Přemístění předmětů na určitou vzdálenost k cílovému místu.
	Umístění předmětů v dočasné nebo konečné poloze.
A	Návrat do původní pracovní pozice, na původní místo.

Tabulka 2-6 Basic MOST sekvence - obecné přemístění

Kódové značení takové sekvence má tedy podobu **ABG ABP A**, kde jednotlivá písmena značí:

A akce na určitou vzdálenost (převážně horizontálním směrem)

B je pohyb těla (převážně vertikálním směrem)

G získání kontroly nad manipulovaným předmětem pomocí všech manuálních pohybů prstů, chodidla a rukama.

P je dočasné nebo konečné umístění předmětu. Je akcí v konečném stádiu této sekvence a zahrnuje položení, vložení, orientaci a případně i spojení s jiným předmětem. [8]

Jednotlivé parametry sekvence se následně indexují dle charakteru konkrétního pohybu. Indexy jsou k nalezení v data kartách Basic MOST. Činnosti, které se v rámci sekvence modelu opakují vícekrát, se značí do kulatých závorek, stejně tak jako počet opakování. Suma těchto indexů vynásobená číslem 10 posléze určí časovou normu analyzovaného pracovního úkonu v jednotkách TMU. Pro představu kódování a následného výpočtu času je uveden příklad níže.

„Operátor vezme postupně 6 podložek a postupně je umístí na šroub.“ [17]

A₁ – sáhnutí pro podložky (na dosah)

B₀ – žádný pohyb těla

G₃ – získání promíchaných podložek

A₁ – přesunutí podložek (na dosah)

B₀ – žádný pohyb těla

P₁ – odložení podložek na šroub (volná tolerance)

A₀ – bez návratu

A₁ B₀ G₃ A₁ B₀ P₁ A₀ (6)

Následně se indexy sečtou a vynásobí počtem umístěvaných položek. Výsledek se vynásobí číslem 10 pro získání času v TMU.

$$\begin{aligned} & ((1 + 0 + 3 + 1 + 0 + 1 + 0) \times 6) \times 10 = 360 \text{ TMU} \\ & 360 \text{ TMU} = 12,96 \text{ s} \end{aligned}$$

2. Řízené přemístění

Sekvence pro ruční přemístění předmětu, který v průběhu přemístění zůstává v kontaktu s povrchem, nebo je připojen k jinému objektu. Sekvenční model se skládá ze základních kroků:

Označení	Popis pohybu
ABG	Sáhnutí jednou nebo oběma rukama na určitou vzdálenost k předmětu.
	Získání manuální kontroly nad předmětem.
MXI	Řízené přemístění předmětů na určitou vzdálenost k cílovému místu.
	Procesní čas, pokud je některá část přesunu řízena automaticky strojem.
	Vyrovnání objektu.
A	Návrat do původní pracovní pozice, na původní místo.

Tabulka 2-7 Basic MOST sekvence - řízené přemístění

Kódové značení takové sekvence má tedy podobu **ABG MXI A**, kde jednotlivá písmena značí:

A akce na určitou vzdálenost (převážně horizontálním směrem)

B je pohyb těla (převážně vertikálním směrem)

G získání kontroly nad manipulovaným předmětem pomocí všech manuálních pohybů prstů, chodidla a rukama.

M pokrývá ručně vedené pohyby nebo činnosti s předmětem po přesně dané trase.

X jako procesní čas nastává za situace, kdy je část řízené práce prováděna automaticky vlastním procesem nebo strojem. Není tedy akcí ruční.

I je parametr, který slouží srovnání, uspořádání manipulovaného předmětu.[8]

Pro představu kódování sekvencí řízeného přemístění je uveden příklad níže.

„Operátor vezme pravítko umístěné na dosah, tlačí jej 32 cm a vyrovná jej na 2 body vzdálené od sebe 20 cm.“ [17]

A₁ – sáhnutí pro podložky (na dosah)

B₀ – žádný pohyb těla

G₁ – uchopení lehkého objektu

M₃ – tlačení objektu na vzdálenost větší než 30 cm

X₀ – žádný procesní čas

I₆ – vyrovnání na 2 body vzdálené od sebe více než 10 cm

A₀ – bez návratu

A₁ B₀ G₁ M₃ X₀ I₆ A₀

Následně se indexy sečtou a výsledek se vynásobí číslem 10 pro získání času v TMU.

$$(1 + 0 + 1 + 3 + 0 + 6 + 0) \times 10 = 110 \text{ TMU}$$
$$110 \text{ TMU} = 3,96 \text{ s}$$

3. Použití nástroje

Sekvenční model pro použití nástroje je kompletně sestaven ze symbolů a subaktivit modelu obecného přemístění, použitím zvláštního návrhu těchto parametrů, zachycujícího akce vykonávané ručním nářadím a v některých případech i s použitím myšlenkových procesů. Použití nástroje probíhá v 5 hlavních fázích, dle nichž je sekvenční model sestaven. [8]

Označení	Popis pohybu
ABG	Sáhnutí jednou nebo oběma rukama na určitou vzdálenost k nástroji.
	Získání manuální kontroly nad nástrojem.
ABP	Přemístění nástroje na určitou vzdálenost k cílovému místu.
	Umístění nástroje do pracovní polohy.
*	Použití nástroje.
ABP	Přesunutí nástroj nebo předmět do předepsané polohy.
	Umístění nástroje.
A	Navrácení do výchozího pracovního místa.

Tabulka 2-8 Basic MOST sekvence – použití nástroje

Kódové značení takové sekvence má tedy podobu **ABG ABP * ABP A**, kde jednotlivá písmena značí:

A akce na určitou vzdálenost (převážně horizontálním směrem)

B je pohyb těla (převážně vertikálním směrem)

G získání kontroly nad pracovním nástrojem

P je umístění předmětu nebo nástroje do požadované pracovní polohy

* slouží pro doplnění času použití nástroje nebo ke vložení parametru, který přímo specifikuje způsob použití nástroje. Parametr může nabývat hodnot:

F – utáhnutí

L – uvolnění

M – měření

C – dělení

S – povrchová úprava

T – myšlení

R – zaznamenání [8]

Pro představu kódování sekvencí řízeného přemístění je uveden příklad níže.

„Pracovník montáže uchopí pneumatický šroubovák, utáhne jím šroub o průměru 10 mm, šroubovák odloží. Vše je na dosah.“ [17]

A_1 – sáhnutí pro šroubovák (na dosah)

B_0 – žádný pohyb těla

G_1 – uchopení lehkého objektu (šroubováku)

A_1 – přemístění šroubováku ke šroubu (na dosah)

B_0 – žádný pohyb těla

P_3 – umístění s ustavením

F_6 – otočení šroubovákem

A_1 – odložení šroubováku (na dosah)

B_0 – žádný procesní čas

P_1 – bez umístění

A_0 – bez návratu

$A_1 B_0 G_1 A_1 B_0 P_3 F_6 A_1 B_0 P_1 A_0$

Následně se indexy sečtou a výsledek se vynásobí číslem 10 pro získání času v TMU.

$$(1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 3 + 6 + 1 + 0 + 1 + 0) \times 10 = 140 \text{ TMU}$$
$$140 \text{ TMU} = 5,04 \text{ s}$$

Podobně jako u systému MTM, vznikly časem další mutace metody MOST závislé na trvání analyzované operace. Vznikly tak varianty Mini MOST pro velmi krátké operace v intervalu provádění 2 – 10 s, Basic MOST, která se využívá nejčastěji, pro operace s trváním 10 s – 10 minut a v neposlední řadě Maxi MOST pro časově náročnější operace trvající až několik hodin.

3 Vyvažování linek

Vyvažování výrobních linek je důležitým krokem při plánování linek nových, nebo během optimalizace linek stávajících. Cílem vyvažování je rozložení pracovních operací mezi jednotlivá pracoviště tak, aby byla všechna pracoviště stejně časově vytižena. Tím dojde k zamezení hromadění zásob před jednotlivými pracovišti nebo naopak k odstranění čekání pracovišť na dokončení výroby předchozího pracoviště. Tak bude dosaženo plynulého toku výroby.

Zásadním faktorem pro vyvažování výrobní linky je doba taktu, protože časy operací na lince nesmějí být vyšší než je takt linky. Takt linky vyjadřuje tempo, kterým linka produkuje jednotku výroby. Toto tempo je vázáno požadavky zákazníka. Takt je dán poměrem časového fondu směny a požadovaným množstvím výrobků za směnu.

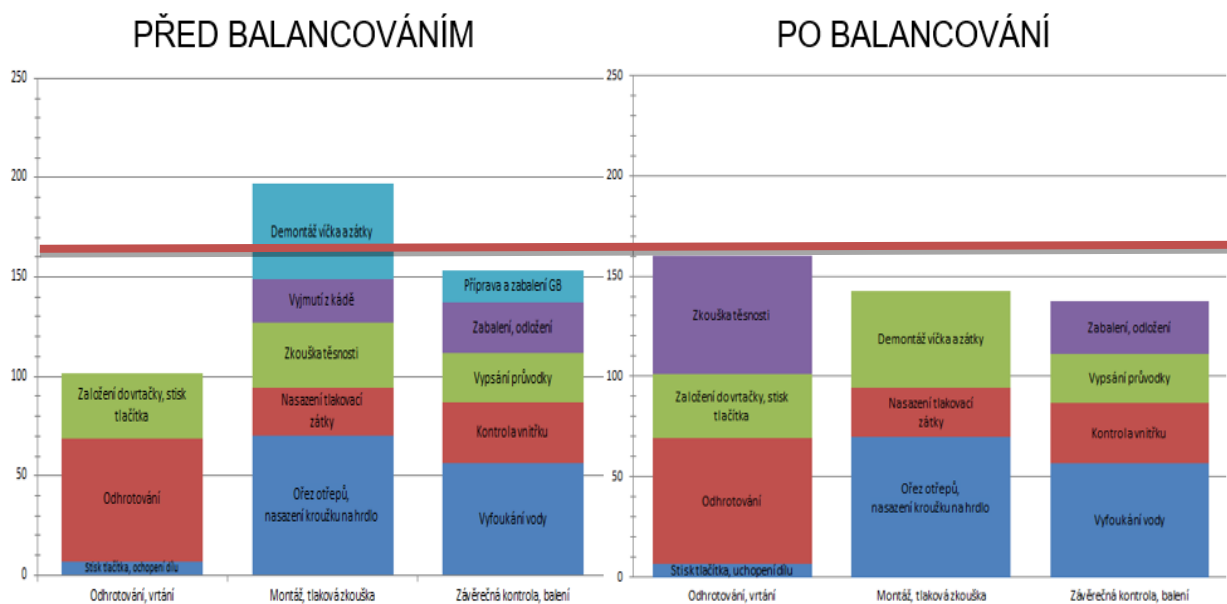
$$\text{Takt linky} = \frac{\text{časový fond směny}}{\text{požadované množství výrobků za směnu}}$$

Druhým důležitým faktorem je celková kapacita linky. Je určena pracovištěm s nejnižší kapacitou, tzv. úzkým místem. Pokud je kapacita linky menší než požadavek zákazníka je potřeba zvýšit kapacitu úzkého místa nebo navýšit počet pracovišť.

Na začátku balancování linky vycházíme z času taktu a doby trvání jednotlivých operací. Z toho plyne, že vyvažování linky vždy předchází určitá časová studie jednotlivých pracovišť. Nejčastěji se využívá měření spotřeby času pomocí plynulé chronometrace. Méně přesnými způsoby jsou metody předem určených časů MOST a MTM, proto je vhodné i tyto metody doplnit chronometrací. Pokud je již znám takt linky a z časových studií také celkový čas potřebný k vykonání pracovních operací, lze odvodit teoretický počet potřebných pracovníků na lince ze vztahu:

$$\text{Počet operátorů} = \frac{\text{celkový čas všech operací}}{\text{takt linky}}$$

Typickým výstupem balancování výrobní linky jsou grafy spotřeby času na jednotlivých pracovištích, viz obrázek 3-1. Na svislou osu se nanášejí časové hodnoty a na vodorovné jsou pak jednotliví pracovníci a operace, které vykonávají, rozdělené na jednotlivé úkony. Vodorovná červená tučná čára znázorňuje takt linky. Před balancováním je porušeno zásadní pravidlo, že čas strávený na vykonání výrobní operace nesmí přesáhnout takt linky. Linka tak nestíhá plnit požadavky zákazníka. Po balancování provedeném přesunutím dvou činností z druhého pracoviště na pracoviště první je toto pravidlo splněno a již pohledem na graf na obrázku 3-1 vpravo lze označit linku za více vyváženou.



Obrázek 3-1 Graf balancování výrobní linky [vlastní tvorba]

Ukazateli vypovídajícími o úspěšnosti vyvážení výrobní linky jsou efektivnost linky a index vyváženosti. [18]

$$\text{Efektivnost linky} = \frac{\text{celkový čas všech operací}}{\text{počet pracovišť} \times \text{takt linky}}$$

$$\text{Index vyváženosti} = \frac{\text{celkový čas všech operací}}{\text{maximální čas pracovníka} \times \text{počet pracovníků}}$$

3.1 Postupy využívané k vyvažování linek

Jak bylo zmíněno výše, cílem vyvažování linky je plynulý materiálový tok a rovnoměrné časové vytížení jednotlivých pracovišť. V průběhu analýzy nevyvážené linky jsou často objeveny nejrůznější nedostatky, které způsobují větší spotřebu času na pracovní operace, než je ve skutečnosti nezbytně nutná. Jedná se například o nedostatky v zásobování pracovišť, nevhodné uspořádání pracovišť vedoucí k nadbytečným pohybům operátora, nevyhovující technologie a přípravky na pracovištích. K odhalení a řešení těchto časových ztrát lze s úspěchem využít množství metod založených na principu štíhlé výroby.

3.1.1 Změna uspořádání pracovišť

Uspořádání pracoviště, respektive celé linky, má zásadní vliv na časovou náročnost výroby na dané výrobní lince. Není neobvyklé, že pracovník linky obsluhuje dvě pracoviště, mezi kterými přechází. Nebo si opakovaně dochází pro nástroj umístěný jinde, než na jeho pracovišti. Pokud nelze z nějakého důvodu tyto neproduktivní pohyby zcela eliminovat, je nutné je alespoň zkrátit zkrácením vzdáleností, které musí pracovník překonat. K analýze uspořádání pracovišť a přesunů pracovníka lze využít layoutu pracoviště a špagetového diagramu.

Layout pracoviště

Je schematickým znázorněním všech objektů na daném pracovišti nebo na lince jako celku. Layout definuje standardní rozmístění objektů na lince, podrobnější layout pracoviště nám ukazuje standardní rozmístění předmětů na pracovišti. Měl by být součástí každého pracoviš-

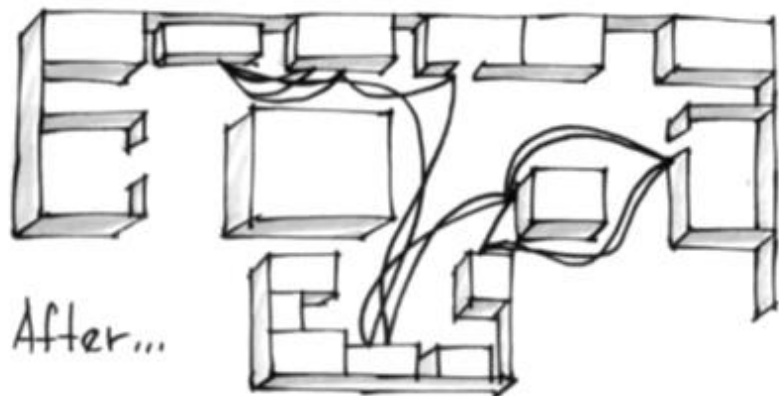
tě. Mnohdy při optimalizaci pracovních operací není nutné provádět změny layoutu z důvodu nevhodného uspořádání, ale pozorováním je zjištěno, že pracovníci nedodržují dané rozmístění a tím dochází pro ně k nepatrným ztrátám, ale v součtu za delší časové období se již jedná o nezanedbatelné hodnoty.

Spaghetti diagram

Špagetový diagram slouží ke znázornění pohybů pracovníka na pracovišti či lince. Zpravidla se zakresluje právě do layoutu. Pozorováním pracovníka a zakreslením jeho pohybů do layoutu lze vidět místa, mezi kterými se nejčastěji pohybuje. Často bývá pozorování těchto pohybů také časově měřeno. Špagetovým diagramem lze také znázorňovat tok materiálu, informací a energií logistickým řetězcem nebo napříč výrobou. Příklad zakreslení špagetového diagramu do zjednodušeného layoutu je znázorněn na obrázku 3-2. Obrázek 3-3 představuje špagetový diagram po uspořádání pracoviště nebo po optimalizaci výrobního postupu.



Obrázek 3-2 Spaghetti diagram (před optimalizací) [19]



Obrázek 3-3 Spaghetti diagram (po optimalizaci) [19]

Ergonomie

Změna uspořádání pracovišť je také záležitostí ergonomie, která by v žádném případě neměla být považována za méně důležitou. Časové ztráty jsou často následkem nevhodného ergonomického rozložení pracoviště, kdy se musí pracovník často ohýbat, natahovat se do velké vzdálenosti pro nástroje, nebo pracovat v nepřírodných polohách. Tím dochází k časovým ztrátám z nadbytečných pohybů, ale také z důvody narůstající únavy pracovníka, kvůli které se s postupujícím časem směny může snižovat jeho pracovní výkon, a tím pádem časy pracovních úkonů narůstají a vzniká potřeba stále častějších přestávek na oddech.

3.1.2 Organizace práce

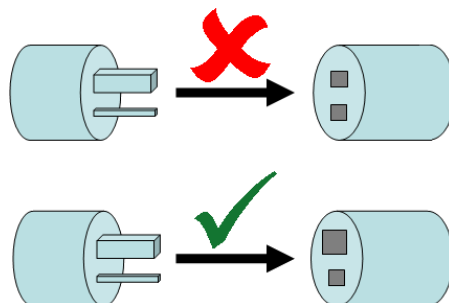
Během balancování linky bývá potřeba zhodnotit současný sled pracovních operací. Je nutné si uvědomit, které operace musí být v přesném sledu za sebou, které lze naopak vykonat kdykoli v průběhu výroby na různých pracovištích linky, nebo které lze zcela přesunout na jinou výrobní linku. V závislosti na tom pak případně jednotlivé operace přesouvat mezi pracovišti pro jejich časové vyvážení. Pokud i přes maximální zkrácení všech neproduktivních časů a případnou reorganizaci pracovních operací na lince nelze vyvážit linku takovým způsobem, aby čas pracovních operací nebyl delší než takt linky, je vhodné zvážit možnost přidání dalšího pracoviště a časově vyvážit tento nový stav.

3.1.3 Přípravky a technologická zlepšení

Zkrátit čas nutný k vykonání operace lze také inovacemi používaného materiálu a pracovních nástrojů. Typickým příkladem je výměna ručního šroubováku za elektrický. Do této oblasti patří metoda Poka Yoke, která může eliminovat časové ztráty vzniklé chybou lidského faktoru, kdy často z nepozornosti dojde k chybně vyrobeným kusům.

Poka Yoke

Tento japonský termín je překládán jako „chybu vzdornost“. Jak překlad napovídá, jde o uzpůsobení provozních prostředků tak, aby lidské omyly nevedly k chybám výrobku. Poka Yoke je velmi jednoduchý, ale přesto robustní nástroj štihlé výroby. Při správné aplikaci zabezpečuje stoprocentní kontrolu a zajišťuje rychlou zpětnou vazbu při chybném jednání pracovníka. [19] Poka Yoke je znám každému i v běžném životě, klasickým chybu vzdorným systémem je obyčejná elektrická zástrčka, kterou lze vidět na obrázku 3-4. Zástrčka se zapojuje do elektrické zásuvky jen jedním způsobem, který je správný. Pokud dojde k pokusu o chybné zapojení, její konstrukce to neumožní.



Obrázek 3-4 Příklad použití metody Poka Yoke [20]

3.1.4 Zásobování pracovišť

Problémovou oblastí z hlediska časových ztrát bývá často zásobování pracovišť. Nesprávným načasováním může docházet k prostojmům na lince z nedostatku materiálu nebo naopak k nežádoucímu hromadění zásob na pracovištích. Obecně jsou používány následující tři způsoby zásobování pracovišť materiálem:

1. pracovník se zásobuje materiálem sám,
2. pracoviště zásobuje manipulační pracovník,
3. pracoviště zásobuje skladník.

Volba závisí na poměru spotřebovaného materiálu k množství materiálu v jedné manipulační dávce, tedy například množství šroubů, které pracovník spotřebuje během jedné směny k množství šroubů v jedné krabici. Pokud pracovníkovi stačí množství v manipulační jednotce

na celou směnu, je ideální varianta, že si pracoviště zásobuje sám. Nedochází k nadměrným časovým ztrátám a nevzniká náklad na manipulačního pracovníka či pracovníka skladu. Pokud by nastala naopak situace, kdy je potřeba zásobovat pracoviště velmi často, je vhodnější využití manipulačního pracovníka, který bude zajišťovat stálý dostatek materiálu. Situaci na pomezí těchto dvou zmíněných by vyřešilo zásobování pracovníkem skladu. Obvyklými logistickými metodami využívanými v současných podnicích jsou Kanban a Milk Run.

Kanban

Celý systém je založen na principu tahu, tedy na poptávkách zákazníka. Nevznikají tak zbytečné zásoby, protože se vyrábí pouze to, co je skutečně požadováno. Mezi jednotlivými pracovišti je zaveden vztah zákazník – dodavatel. Každé pracoviště se pak stává zároveň zákazníkem, který předává své požadavky na materiál, polotovary, předchozímu stupni a zároveň dodavatelem, který zásobuje pracoviště na stupni následujícím.

Dodávka materiálu se zde řídí pomocí oběhu sběrných skladových karet. Každá kanban karta musí obsahovat informace o tom, kdo je zákazník, na kterého dodavatele klade požadavek, co přesně od dodavatele požaduje a v jakém množství. [20]

Milk Run

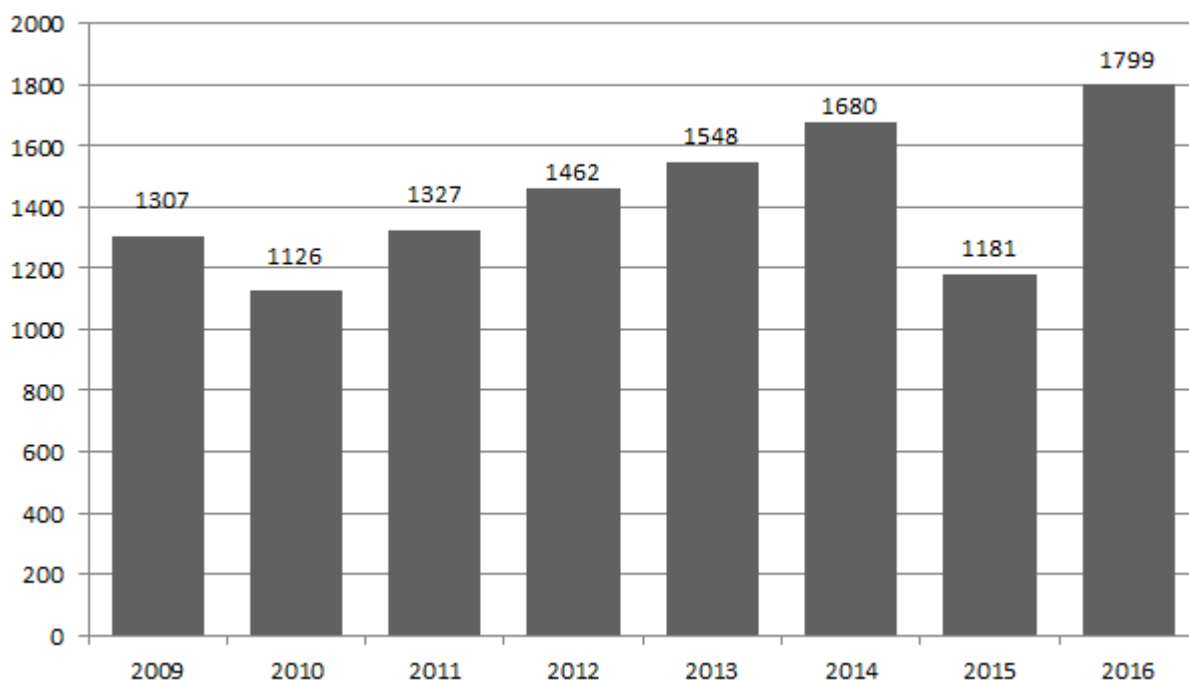
Jde o dopravu materiálu pomocí vláčku, který objíždí v pravidelných intervalech pracoviště a doplňuje jim tak zásobu materiálu. Takový vláček může být řízen jak manuálně pracovníkem, nebo může jezdit automaticky pomocí řídicích snímačů, které snímají předem naplánovanou trasu na podlaze haly a detekují případné překážky nacházející se na jeho trase.

Ať už jde o manuální či automatizovanou podobu metody, je pro ni stěžejním závazem přesně podle vypočteného harmonogramu a má své intervaly příjezdu a odjezdu. Začátek trasy je nejčastěji ve skladu, kde se naloží materiál. Ten je pak postupně rozvážen mezi pracoviště, kde mohou být na vláček naopak nakládány prázdné obaly nebo hotové výrobky.

4 Zadavatel projektu

Název subjektu: WITTE Automotive, spol. s.r.o.
Sídlo: Rooseveltova 1299, 362 21 Nejdek
IČO: 40525881
Zápis do rejstříku: 11. 12. 1991

Historie WITTE Automotive sahá až do roku 1899, kdy ji v německém Velbertu založil Ewald Witte jako rodinnou firmu zabývající se zámky kufrů aut. V Nejdku společnost vznikla na základě uzavření společenské smlouvy před 26 lety jako podnik se zahraniční účastí. WITTE Automotive je společným označením závodů v již zmíněném Německu, dále v České republice, Bulharsku a Francii. V celosvětovém měřítku působí v rámci aliance VAST také v Asii a v Jižní a Severní Americe. Společnost WITTE Automotive v Nejdku je největším závodem této skupiny. Je s téměř 2000 zaměstnanci (vývoj počtu zaměstnanců v průběhu 8 let viz obrázek 4-1) druhým největším zaměstnavatelem v Karlovarském kraji a v roce 2016 získalo WITTE Automotive v tomto kraji titul „Zaměstnavatel regionu“.



Obrázek 4-1 Vývoj počtu zaměstnanců společnosti WITTE Automotive v Nejdku [vlastní tvorba]

V současné době se řadí mezi technologické lídry v oblasti zámkových, bezpečnostních a ovládacích systémů pro automobilové dveře, kapoty a sedadla. Nabídka produktů je stejně rozmanitá jako automobilový svět sám. WITTE Automotive dodává na trh mechatrická a mechanická řešení pro dveře, přední a zadní kapoty, zámkové garnitury, dveřní kliky a panty i produkty do automobilových interiérů, například bezpečnostní a ovládací prvky pro autose-
dačky. Jako systémový dodavatel se zaměřuje na standardizované modulární konstrukce.

5 Popis výrobní linky

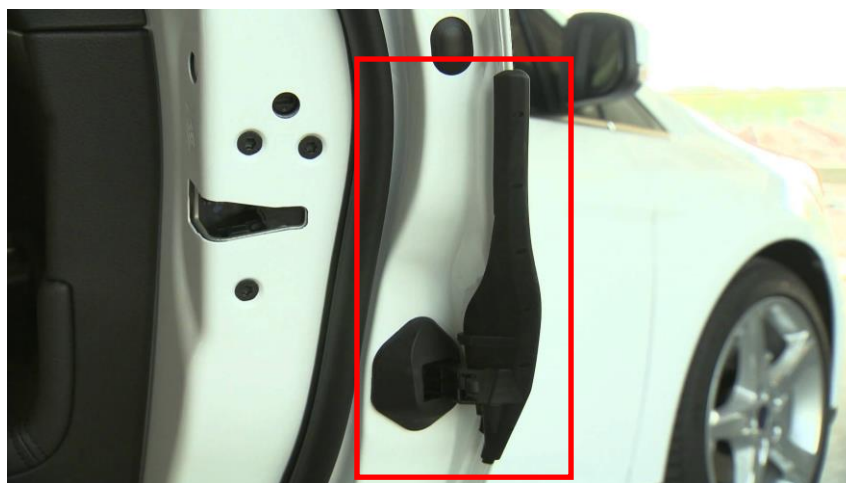
Předmětem projektu je výrobní linka v nejdecké pobočce společnosti WITTE Automotive. Na výrobní lince se vyrábí aktivní bezpečnostní prvek pro automobily Ford Focus a Ford Fiesta, který je používán u modelů vyráběných od roku 2012. Jedná se o aktivní chránič hrany dveří automobilů, tzv. Door Edge Protector. Tento chránič brání poškození hran dveří automobilu při jejich otevření v malém prostoru, kde může dojít ke kontaktu otevíraných dveří s vedle zaparkovaným vozidlem nebo jiným statickým objektem. Dle vývojářů dokáže zabránit 90 % střetů s nejrůznějšími překážkami v případě předních dveří a 85 % střetů zadních dveří.

Jedná se poměrně o jednoduchý ochranný mechanismus sestávající z 22 komponent a 8 pohyblivých částí. Za jízdy je skrytý ve dveřích, po jejich otevření se automaticky během 60 ms vysune a zajistí tak ochranu hrany.

V rámci projektu je požadováno řešení balancování linky pro 4 typy těchto chráničů pro dveře vozů Ford Focus C346 a pro 6 typů chráničů dveří vozů Ford Fiesta B479. Jedná se o variace chráničů v závislosti na variantě vozu dle tabulky 5-1.

		Ford Fiesta		Ford Focus
		3 dveře	5 dveří	5 dveří
Přední dveře	Levé	✓	✓	✓
	Pravé	✓	✓	✓
Zadní dveře	Levé	✗	✓	✓
	Pravé	✗	✓	✓

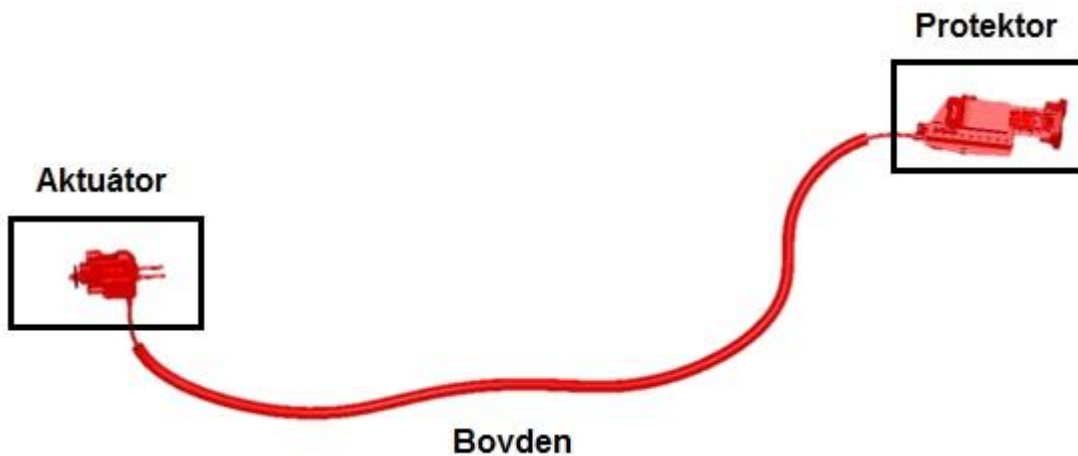
Tabulka 5-1 Variace produktů



Obrázek 5-1 Door Edge Protector

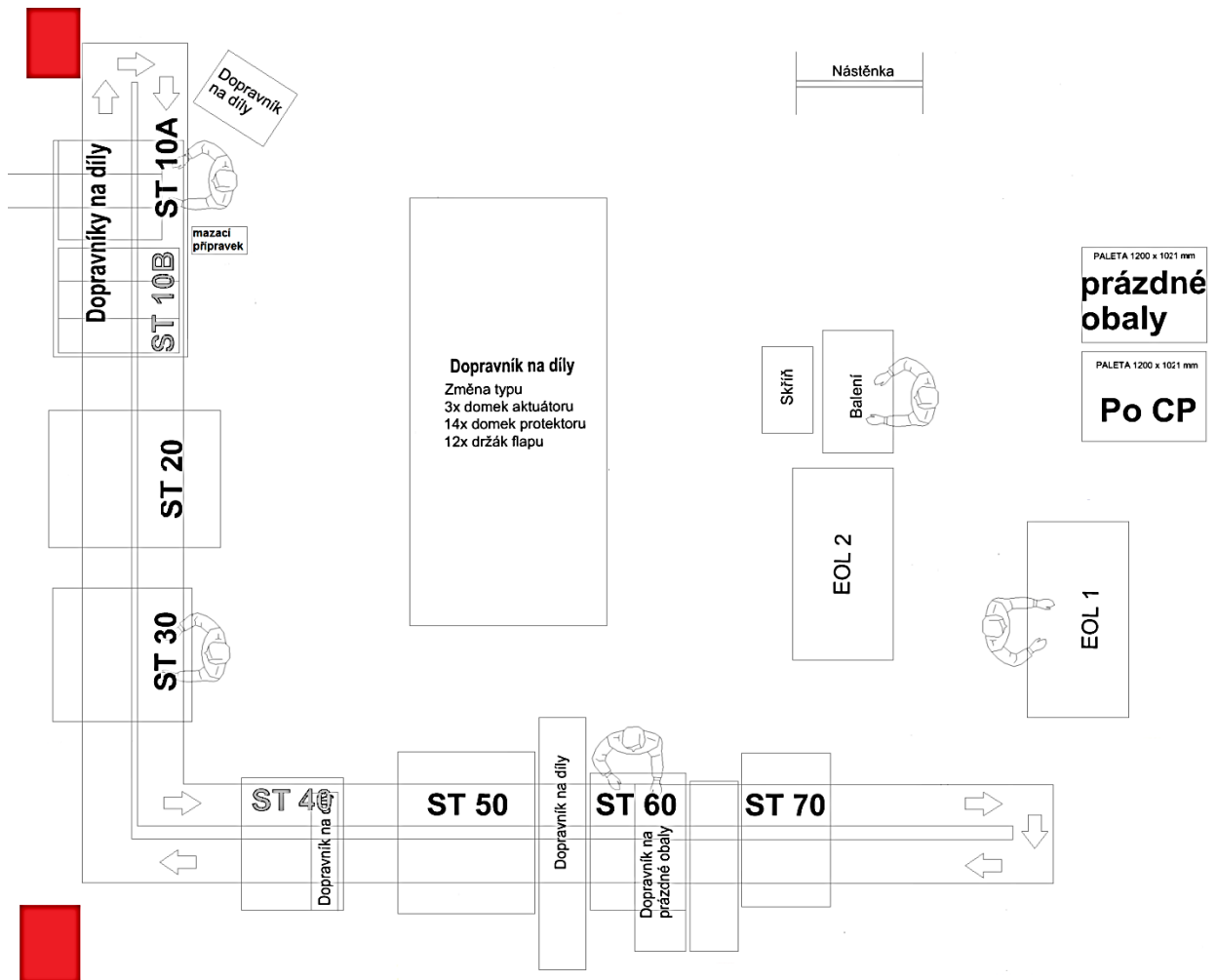


Obrázek 5-2 Umístění chrániče ve dveřním panelu vozu



Obrázek 5-3 Chráníč dveří - model

K zásobování linky se využívá klasického systému Kanban. Výrobní linka je zavážena materiálem v intervalu 40 minut pomocí Milk Run. Na pracovištích je udržována zásoba pro plynulou změnu typu výroby. Montážní linka je plně pohyblivá, přeprava rozpracované výroby mezi jednotlivými pracovišti je zajištěna pohyblivým pásem po stisknutí tlačítka na pracovišti. Všechny komponenty se na pracovištích umísťují na montážní desku (označovanou WT deska), která se poté po pásu pohybuje mezi pracovišti a je tak nosičem každého rozpracovaného kusu. Na lince se nacházejí jak ruční pracoviště montáže, tak strojní pracoviště kontroly a mazání.



Obrázek 5-4 Layout výrobní linky

5.1 Ruční pracoviště ST 10A

Toto stanoviště je počátečním pracovištěm linky, zde výrobní proces začíná. Montáž se provádí obouřučně. Nejprve se na WT desku uloží současně domek protektoru a zadní domek aktuátoru. Poté se uloží také přední domek aktuátoru a spolu s ním hřeben. Následně se provede secvaknutí klikové hřídele s vymežovacím dílem, namaže se tukem držák flapu a spojí se se sestavenou klikovou hřídelí. Na tento komplet je následně nasazeno víčko a tento komplet je uložen na WT desku. Takto sestavenému kompletu (flap + kliková hřídel + víčko) se dále říká flapholder. Posledním krokem je uložení pinu a krytky na desku následované stiskem tlačítka pro odeslání desky po pásu na další pracoviště. Párové pracoviště ST 10B je v tomto procesu neobsazené, využívá se během montáže ostatních typů výrobků, které nejsou předmětem tohoto projektu.



Obrázek 5-5 Pracoviště ST 10A



Obrázek 5-6 Automatické pracoviště ST 20

5.2 Strojní pracoviště ST 20

První automatické pracoviště linky. Dochází zde ke kontrole, zda byly umístěny na předchozím pracovišti všechny díly a zda nedošlo k záměně s dílem pro jiný typ chrániče. Poté je zalisováno víčko flapholderu. Nakonec je provedeno mazání pohyblivých částí. Strojní čas je u všech typů chráničů 17 s.

5.3 Ruční pracoviště ST 30

Montáž se na tomto stanovišti také provádí obouručně. Nejprve je uchopen bovden, jehož koncovka se spojí s pákou aktuátoru a tento komplet je poté lehce položen do již dříve umístěného domku aktuátoru. Poté je koncovka bovdeny zajištěna do domku aktuátoru a bovden samotný zaháknutý do háčku za domkem aktuátoru. Druhá koncovka bovdeny obsahuje pružinu. Ta se musí vmáčkнуть do hřebenu a celý hřeben se následně zacvakne víkem. Takto sestavený hřeben se vloží do domku protektoru a opět se musí zajistit jeho koncovky do domku a do háčku za domkem. Následně se do takto připraveného protektoru umístí flapholder, který byl sestaven na přechodném ručním pracovišti a doposud jen volně ležel na desce. Dále se na bovden umísťuje v případě varianty s jedním klipem jeden panel klip, jehož pomocí je mechanika chrániče dveří připevněna uvnitř panelu dveří vozu. V případě varianty s dvěma klipy dochází k jejich montáži až na pracovišti EOL 1. Posledním krokem je sestavení pružiny s krytkou a umístění této sestavy do domku protektoru. Následuje stisk tlačítka a odeslání WT desky na další pracoviště. Tím je strojní pracoviště ST 50. Sousední pracoviště ST 40 je v tomto procesu neobsazené.



Obrázek 5-7 Pracoviště ST 30



Obrázek 5-8 Automatické pracoviště ST 50

5.4 Strojní pracoviště ST 50

Druhé automatické pracoviště linky. Dochází zde ke kontrole, zda byly umístěny na předchozím pracovišti všechny díly a zda nedošlo k záměně s dílem pro jiný typ chrániče, nebo nebyly umístěny díly navíc. Poté je zalisováno víčko hřebenu. Nakonec je provedeno mazání víka ozubení klikové hřídele hřebenu a jeho pružiny. Strojní čas je u všech typů chráničů 10 s.

5.5 Ruční pracoviště ST 60

Na tomto pracovišti již dochází k postupnému uzavírání domků protektoru a aktuátoru. Nejprve se na piny aktuátoru nasadí pružiny. Pak může dojít k uzavření pomocí přípravku. Víko aktuátoru se nasadí do přípravku a s jeho pomocí je nacvaknuto na domek. Poté se v protektoru pákou zamáčkne do správné polohy pružina s krytkou. Následně je uchopeno víko protektoru a puffer, který se vlisuje do víka protektoru pomocí dalšího přípravku. Takto připraveným víkem lze protektor v posledním kroku montáže ručně uzavřít a stiskem tlačítka odeslat nosnou WT desku na další pracoviště.



Obrázek 5-9 Pracoviště ST 60

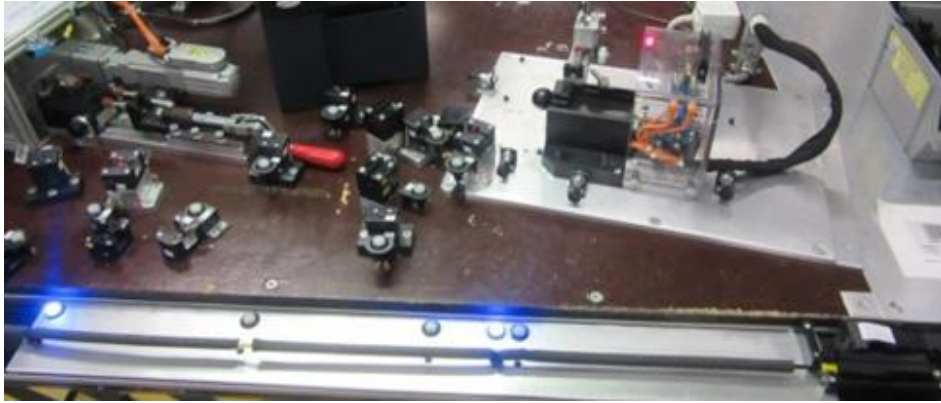
5.6 Strojní pracoviště ST 70

Poslední strojní pracoviště linky. Dochází zde ke kontrole, zda byly umístěny na předchozím pracovišti všechny díly a zda nedošlo k záměně s dílem pro jiný typ chrániče, nebo nebyly umístěny díly navíc. Stroj také ověřuje pečlivé domáčknutí víka protektoru a aktuátoru. Na tomto strojním pracovišti již nedochází k mazání tukem. Strojní čas je zde u všech typů chráničů shodně 11 s.

Odtud odchází WT deska s vyrobeným chráničem na konec linky, kde je chránič z desky sejmout pracovníkem a stiskem tlačítka je nosná WT deska poslána opět na začátek výrobní linky k dalšímu použití.

5.7 Ruční pracoviště EOL 1

Posledním pracovištěm, kde dochází k montáži, je kontrolní pracoviště. Po sejmutí chrániče z linky zde dochází k montáži panel klipů, pomocí nichž je mechanika chrániče dveří připevněna uvnitř panelu dveří vozu. Zde je odlišná montáž v závislosti na vyráběném typu chrániče. V případě varianty s jedním klipem dochází k jeho montáži na pracovišti ST 30. V případě varianty se dvěma klipy se montují na tomto pracovišti. Montáž klipů se provádí v přípravku, který světelně signalizuje, kam se klipy mají umístit, podle toho, pro jaký typ výrobku je v daném okamžiku linka nastavena.



Obrázek 5-10 Světelná signalizace pozice klipů na pracovišti EOL 1

Poté již může dojít k samotné kontrole chrániče. Nejprve se založí a zajistí aktuátor a potektor do přípravků a poté se opět podle světelné signalizace umístí bovden do správných pozic. Je-li díl správně založen, světelná signalizace zhasne a spustí se automatický kontrolní cyklus, který trvá 18 s. Po dokončení kontrolního cyklu se automaticky vytiskne etiketa, která jednoznačně identifikuje každý vyrobený kus. Etiketou operátor nalepí na domek protektoru. Etiketou naskenuje a až poté se uvolní zajištění aktuátoru a kontrolovaný díl lze vyjmout z přípravku a odložit na určené místo.



Obrázek 5-11 Světelná signalizace pro správnou fixaci bovdenů na pracovišti EOL 1



Obrázek 5-12 Pracoviště kontroly EOL 1

5.8 Balení

Na stanovišti balení dochází k závěrečné vizuální kontrole. Pohledem se kontrolují koncovky bovdenu, zda jsou ve správných pozicích a nepoškozené, několikrát se stiskne pin aktuátoru, zda nevydává nepatřičné zvuky a pohybuje se plynule. Provádí se také kontrola čitelnosti etikety z předchozího pracoviště. Chrániče se po kontrole ukládají po skupinách 25 kusů do KLT boxu.

6 Aktuální stav

Výrobní linka byla původně navržena pro kapacitu výroby 820 000 ks chráničů za rok. Počítalo se se 6 operátory na lince, s obsazením všech pracovišť a s taktem 19,8 s. Poptávka po chráničích je však dlouhodobě výrazně nižší, než bylo prvotním předpokladem. Reálná poptávka je v současné době 150 000 ks, které se musejí vyrobit během pěti osmihodinových směn v týdnu. Ostatní směny jsou na lince vyhrazeny jiným výrobkům, které nejsou předmětem tohoto projektu. Počet operátorů byl tedy snížen na 3 osoby. Z toho důvodu se objevil požadavek na nové vyvážení linky a to právě pro 3 operátory, kteří mají obsluhovat celkem 5 pracovišť, z nichž jsou 3 pracoviště montážní, jedno pracoviště kontroly a jedno pracoviště finálního balení.

Pozorováním a analýzou výrobního postupu všech 10 variant výrobku jsem došla k závěru, že montáž všech typů je téměř totožná. Jelikož se jedná o výrobky pro levé či pravé dveře, případně zadní či přední dveře vozu, tak se tyto varianty výrobků liší jen orientací některých dílů, a to domků protektoru a aktuátoru, případně délkou bovdenů. Jejich montážní postup je ale naprosto shodný a stejně časově náročný. Výroba chrániče dveří se liší jen v počtu montovaných klipů, které slouží k uchycení bovdenů chrániče v panelu dveří (viz obrázek 2-2, kde vidíme na bovdenů v panelu předních a zadních dveří shodně po jednom klipu). Bovden může být v závislosti na typu vozidla, pro který je chránič určen, osazen 2 klipy, 1 klipem nebo žádným. Proto jsem sestavila celkem 3 MOST analýzy a budu dále hovořit již jen o 3 variantách výrobku, protože je to z hlediska časové analýzy postačující.

V analýze současného stavu uvádím v grafu znázornění času zvláště pro časovou spotřebu každého pracoviště, nikoli pracovníka, jak bývá zvykem. Důvodem je současný průběh výroby, kdy 3 operátoři obsluhují jednotlivá pracoviště nekoordinovaně bez daného řádu dle jejich okamžité slovní domluvy, nebo pokud na některém pracovišti dojde zásoba.

Časová analýza je provedena podle požadavků společnosti WITTE pomocí metody Basic MOST. V souvislosti s požadavky a omezeními firmy je nutné také zmínit, že na vyvažované výrobní lince se vyrábí také další druhy výrobků, které ovšem nejsou předmětem tohoto projektu. Proto může docházet k jistým omezením během výběru optimální varianty řešení.

6.1 Analýza výroby varianty č. 1 – bez klipu

Za variantu č. 1 označme chránič dveří, na který se nepřipevňuje žádný klip pro uchycení v panelu dveří. Jedná se o variantu s kratším bovdenem, který nepotřebuje ve dveřích žádný dodatečný uchycovací bod. Tato varianta se používá pro zadní dveře automobilu. Pro lepší přehled a následnou orientaci v grafech uvádím MOST analýzu v následujících zjednodušených tabulkách (viz tabulka 6-1, tabulka 6-2, tabulka 6-3 a tabulka 6-4). Plné verze vyplněných Basic MOST formulářů příkládám v příloze.

PRACOVIŠTĚ ST 10A					
Popis úkonu		MOST sekvence	Frekvence	TMU	Sekundy
1.	Zadní domky protektoru a aktuátoru uložit na WT desku	$A_3B_0G_1 A_3B_0P_{1(2)} A_0$	1×	90	≈ 3,24
2.	Přední domek aktuátoru a hřeben uložit na WT	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_{1(2)} A_0$	1×	50	≈ 1,80

3.	Secvaknout klikovou hřídel s vymezovacím dílem	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_3 A_0$	1×	60	≈ 2,16
4.	Uchopit držák flapu a namazat ho tukem	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_{3(3)} S_3 A_0B_0P_0 A_0$	1×	150	≈ 5,4
5.	Spojit namazaný flap se sestavenou klikovou hřídelí	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_3 A_0$	1×	60	≈ 2,16
6.	Na sestavený držák flapu s klikovou hřídelí nasadit víčko	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_3 A_0$	1×	60	≈ 2,16
7.	Přemontovanou sestavu držáku flapu umístit na WT desku	$A_0B_0G_0 A_1B_0P_1 A_0$	1×	20	≈ 0,72
8.	PIN a krytku umístit na WT desku	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_1 A_0$	1×	40	≈ 1,44
9.	Stisk tlačítka pro odeslání WT desky po pásu na další stanoviště	$A_1B_0G_0 M_1X_0I_0 A_0$	1×	20	≈ 0,72
Celkem				550	19,78

Tabulka 6-1 MOST analýza pro pracoviště ST 10A (varianta č. 1 – bez klipu)

PRACOVIŠTĚ ST 30					
Popis úkonu		MOST sekvence	Frekvence	TMU	Sekundy
1.	Uchopit bovden	$A_1B_0G_3 A_3B_0P_0 A_0$	1×	50	≈ 1,80
2.	Uchopit páku, spojit s bovdenem	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_6 A_0$	1×	90	≈ 3,28
3.	Páku spojenou s bovdenem položit do domku	$A_0B_0G_0 A_1B_0P_3 A_0$	1×	40	≈ 1,44
4.	Uchopit PIN, vložit ho do domku protektoru, zaháknout	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_3 A_0$	1×	60	≈ 2,16
5.	Koncovku bovdeny zajistit do domku aktuátoru	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_3 A_0$	1×	60	≈ 2,16
6.	Zajistit bovden do háčku za domkem aktuátoru	$A_0B_0G_1 A_1B_0P_1 A_0$	2×	60	≈ 2,16
7.	Pružinu bovdeny vmáčknout do hřebenu	$A_1B_0G_3 A_1B_0P_6 A_0$	1×	110	≈ 3,96
8.	Uchopit víčko a tím uzavřít hřeben	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_3 A_0$	1×	60	≈ 2,16
9.	Hřeben uložit do domku protektoru	$A_0B_0G_1 A_1B_0P_3 A_0$	1×	50	≈ 1,80
10.	Zajistit koncovku bovdeny	$A_1B_0G_1 A_0B_0P_1 A_0$	1×	30	≈ 1,08
11.	Zajistit bovden do háčku za domkem protektoru	$A_1B_0G_1 A_0B_0P_1 A_0$	1×	30	≈ 1,08
12.	Uchopit pružinu s krytkou, spojit je	$A_1B_0G_3 A_1B_0P_1 A_0$	1×	60	≈ 2,16
13.	Spojenou pružinu s krytkou vložit do domku protektoru	$A_0B_0G_0 A_1B_0P_3 A_1$	1×	50	≈ 1,80
14.	Podskupinu flapholderu namontovat do domku	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_6 A_0$	1×	90	≈ 3,28
15.	Stisk tlačítka pro odeslání WT desky po pásu na další stanoviště	$A_1B_0G_0 M_1X_0I_0 A_0$	1×	20	≈ 0,72
Celkem				860	30,94

Tabulka 6-2 MOST analýza pro pracoviště ST 30 (varianta č. 1 – bez klipu)

PRACOVISTĚ ST 60					
Popis úkonu		MOST sekvence	Frekvence	TMU	Sekundy
1.	Uchopit víko protektoru a založit ho do přípravku	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_6 A_0$	1×	90	≈ 3,28
2.	Uchopit 2 pružiny a nasadit je na 2 piny	$A_1B_0G_3 A_1B_0P_6 A_0$	1×	110	≈ 3,96
3.	Nacvaknout víko protektoru přípravkem	$A_1B_0G_1 M_3X_0I_6 A_0$	1×	110	≈ 3,96
4.	Krytku bovdeny zajistit do domku protektoru	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_3 A_0$	1×	60	≈ 2,16
5.	Pružinu s krytkou pákou zamáčknout do protektoru	$A_0B_0G_1 M_1X_0I_0 A_0$	1×	20	≈ 0,72
6.	Kurbel přesunout do polohy pro montáž pružiny	$A_0B_0G_1 A_0B_0P_3 A_0$	1×	40	≈ 1,44
7.	Uchopit víko a puffer, provléknout ho víkem	$A_1B_0G_3 A_1B_0P_6 A_0$	1×	110	≈ 3,96
8.	Umístit víko s pufferem do přípravku	$A_0B_0G_0 A_1B_0P_1 A_0$	1×	20	≈ 0,72
9.	Zatáhnoutí pufferu přípravkem	$A_0B_0G_0 M_0X_6I_0 A_0$	1×	60	≈ 2,16
10.	Víko s pufferem uložit na protektor	$A_0B_0G_0 A_1B_0P_6 A_0$	1×	70	≈ 2,52
11.	Stisk tlačítka pro odeslání WT desky po pásu na další stanoviště	$A_1B_0G_0 M_1X_0I_0 A_0$	1×	20	≈ 0,72
Celkem				710	25,54

Tabulka 6-3 MOST analýza pro pracoviště ST 60 (varianta č. 1 – bez klipu)

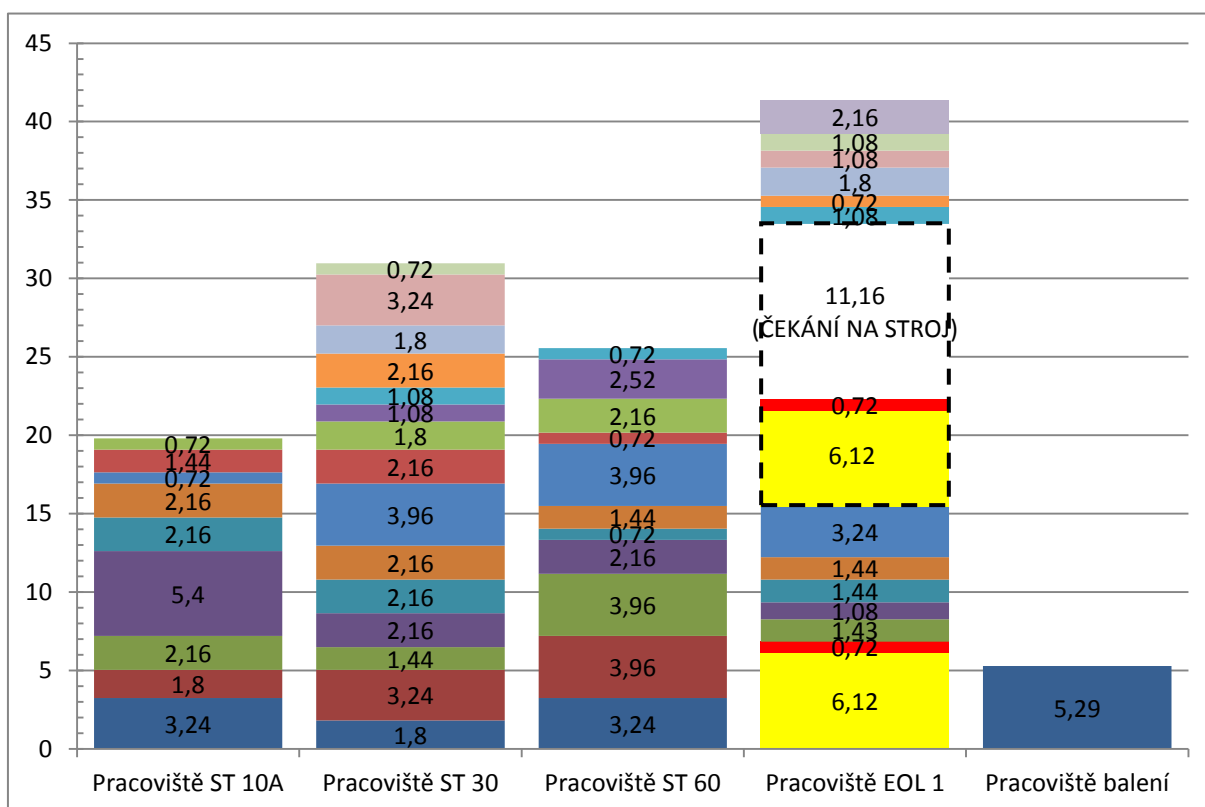
PRACOVISTĚ EOL 1					
Popis úkonu		MOST sekvence	Frekvence	TMU	Sekundy
1.	Dojít k pásu, uvolnit výrobek z WT desky, dojít zpět k pracovišti	$A_6B_0G_3 A_6B_0P_{1(2)} A_0$	1×	170	≈ 6,12
2.	Stisk tlačítka pro odeslání prázdné WT desky po pásu na začátek linky	$A_1B_0G_0 M_1X_0I_0 A_0$	1×	20	≈ 0,72
3.	Založit aktuátor do kontrolního přípravku	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_1 A_0$	1×	40	≈ 1,44
4.	Zajistit aktuátor pákou	$A_1B_0G_0 M_1X_0I_0 A_0$	1×	30	≈ 1,08
5.	Založit protektor do kontrolního přípravku	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_1 A_0$	1×	40	≈ 1,44
6.	Zajistit protektor upínkou	$A_1B_0G_0 M_1X_0I_1 A_0$	1×	40	≈ 1,44
7.	Založit bovden dle světelné signalizace	$A_1B_0G_1 A_0B_0P_1 A_0$	3×	90	≈ 3,28
8.	Stojní čas kontroly	$A_1B_0G_0 M_0X_{50}I_0 A_0$	1×	500	≈ 18,00
9.	Uvolnit protektor	$A_1B_0G_1 M_1X_0I_0 A_0$	1×	30	≈ 1,08
10.	Vyjmout protektor	$A_1B_0G_1 A_0B_0P_0 A_0$	1×	20	≈ 0,72
11.	Nalepit etiketu	$A_1B_0G_1 A_0B_0P_3 A_0$	1×	50	≈ 1,80

12.	Naskenovat etiketu	$A_0B_0G_0 M_3X_0I_0 A_0$	1×	30	≈ 1,08
13.	Uvolnit aktuátor	$A_1B_0G_1 M_1X_0I_0 A_0$	1×	30	≈ 1,08
14.	Vyjmout aktuátor a odložit výrobek	$A_1B_0G_1 A_3B_0P_1 A_0$	1×	60	≈ 2,16
Celkem				1150	41,44

Tabulka 6-4 MOST analýza pro pracoviště EOL 1 (varianta č. 1 – bez klipu)

V současné době během strojního času kontroly (viz ř. 8 v tabulce 6-4) operátor výroby dojde pro další výrobek v čase 6,48 s (součet ř. 1 a 2). Po zbytek času běhu stroje (11,52 s) operátor čeká na jeho dokončení. Strojní čas kontrolního zařízení na pracovišti EOL 1 je v grafu na obrázku 6-1 znázorněn černým čárkovaným obdélníkem.

Na konečném pracovišti, kde dochází k balení chráničů po 25 ks do KLT boxu, je vyhrazen pro každý kus kontrolovaného výrobku 5,29 s. K tomuto průměrnému času jsem dospěla měřením. V současné chvíli není striktně stanoveno, kdy má jaký pracovník obsluhovat jaké pracoviště a to se týká i pracoviště balení. V některých případech operátor vezme 10 kusů hotových výrobků z pracoviště EOL 1 a zpracovává všechny najednou. V jiném případě je bere po 5 kusech, nebo naopak až když je hotových všech 25 ks k naplnění celého boxu. Proto jsem za souhlasu zadavatele a doporučení konzultanta využila na tomto pracovišti skutečných časových náměrů, kdy jsem po vydělení počtem současně zpracovávaných kusů dospěla k času 5,29 s na 1 kus.



Obrázek 6-1 Graf spotřeby času na jednotlivých pracovištích (varianta č. 1 – bez klipu)

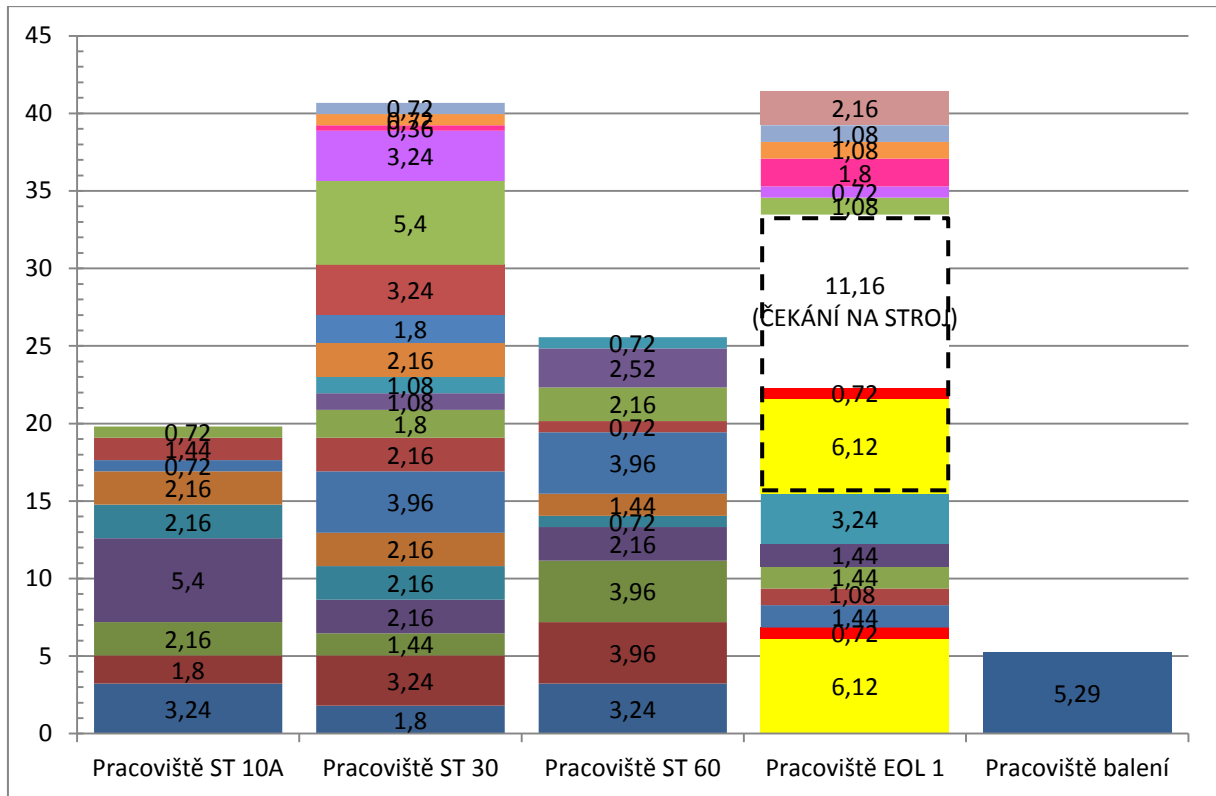
6.2 Analýza výroby varianty č. 2 – s jedním klipem

Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly, všechny varianty vyráběného chrániče se liší jen v počtu instalovaných klipů. V tomto případě se klip instaluje na pracovišti ST 30. Proto u

druhé varianty výrobku již uvádím pouze MOST analýzu tohoto pracoviště, která se jako jediná liší, časy na ostatních pracovištích zůstávají stejné jako u varianty výrobku bez klipu v kapitole 6.1. Na variantu chrániče dveří, označenou jako varianta č. 2, je instalován na pracovišti ST 30 1 klip.

PRACOVISŤE ST 30					
	Popis úkonu	MOST sekvence	Frekvence	TMU	Sekundy
1.	Uchopit bovden	A ₁ B ₀ G ₃ A ₃ B ₀ P ₀ A ₀	1×	50	≈ 1,80
2.	Uchopit páku, spojit s bovdenem	A ₁ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₆ A ₀	1×	90	≈ 3,28
3.	Páku spojenou s bovdenem položit do domku	A ₀ B ₀ G ₀ A ₁ B ₀ P ₃ A ₀	1×	40	≈ 1,44
4.	Uchopit PIN, vložit ho do domku protektoru, zaháknout	A ₁ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₃ A ₀	1×	60	≈ 2,16
5.	Koncovku bovdenu zajistit do domku aktuátoru	A ₁ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₃ A ₀	1×	60	≈ 2,16
6.	Zajistit bovden do háčku za domkem aktuátoru	A ₀ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₁ A ₀	2×	60	≈ 2,16
7.	Pružinu bovdenu vmáčknout do hřebenu	A ₁ B ₀ G ₃ A ₁ B ₀ P ₆ A ₀	1×	110	≈ 3,96
8.	Uchopit víčko a tím uzavřít hřeben	A ₁ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₃ A ₀	1×	60	≈ 2,16
9.	Hřeben uložit do domku protektoru	A ₀ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₃ A ₀	1×	50	≈ 1,80
10.	Zajistit koncovku bovdenu	A ₁ B ₀ G ₁ A ₀ B ₀ P ₁ A ₀	1×	30	≈ 1,08
11.	Zajistit bovden do háčku za domkem protektoru	A ₁ B ₀ G ₁ A ₀ B ₀ P ₁ A ₀	1×	30	≈ 1,08
12.	Uchopit pružinu s krytkou, spojit je	A ₁ B ₀ G ₃ A ₁ B ₀ P ₁ A ₀	1×	60	≈ 2,16
13.	Spojenou pružinu s krytkou vložit do domku protektoru	A ₀ B ₀ G ₀ A ₁ B ₀ P ₃ A ₁	1×	50	≈ 1,80
14.	Podskupinu flapholderu namontovat do domku	A ₁ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₆ A ₀	1×	90	≈ 3,28
15.	Nasadit klip	A ₁ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₆₍₂₎ A ₀	1×	150	≈ 5,40
16.	Odstříhnout přebytek	A ₁ B ₀ G ₁ A ₁ B ₀ P ₃ C ₃ A ₀ B ₀ P ₀ A ₀	1×	90	≈ 3,28
17.	Odhodit ústřížek	A ₀ B ₀ G ₀ A ₁ B ₀ P ₀ A ₀	1×	10	≈ 0,36
18.	Položit nůžky	A ₀ B ₀ G ₀ A ₁ B ₀ P ₁ A ₀	1×	20	≈ 0,72
19.	Stisk tlačítka pro odeslání WT desky po pásu na další stanoviště	A ₁ B ₀ G ₀ M ₁ X ₀ I ₀ A ₀	1×	20	≈ 0,72
Celkem				1130	40,7

Tabulka 6-5 MOST analýza pro pracoviště ST 30 (varianta č. 2 – s jedním klipem)



Obrázek 6-2 Graf spotřeby času na jednotlivých pracovištích (varianta č. 2 – s jedním klipem)

6.3 Analýza výroby varianty č. 3 – se dvěma klipy

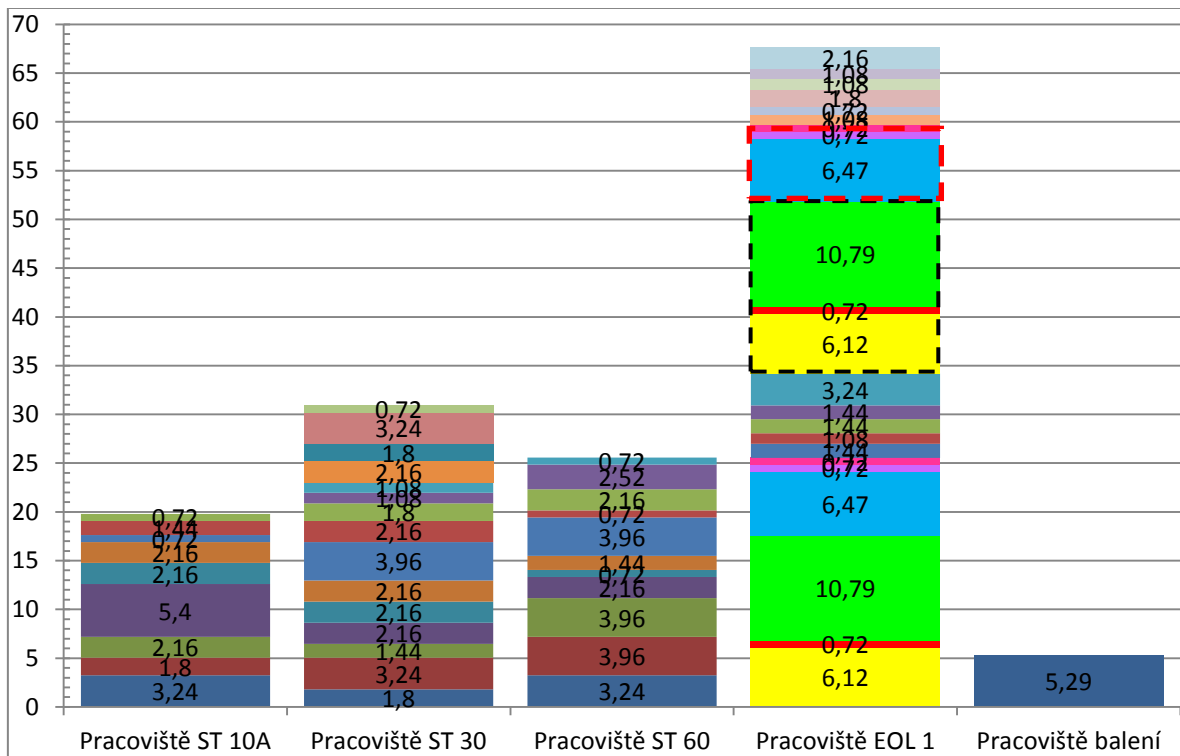
Všechny varianty vyráběného chrániče se liší jen v počtu instalovaných klipů. V tomto případě se instalují na bovden 2 klipy a to na kontrolním pracovišti EOL1. Proto u třetí varianty výrobku již uvádím pouze MOST analýzu tohoto pracoviště, která se jako jediná liší, časy na ostatních pracovištích zůstávají stejně jako u varianty výrobku bez klipu v kapitole 6.1. Na variantu chrániče dveří, označenou jako varianta č. 3, jsou instalovány na pracovišti EOL1 2 klipy.

PRACOVISTĚ EOL 1					
	Popis úkonu	MOST sekvence	Frekvence	TMU	Sekundy
1.	Dojít k pásu, uvolnit výrobek z WT desky, dojít zpět k pracovišti	$A_6B_0G_3 A_6B_0P_{1(2)} A_0$	1×	170	≈ 6,12
2.	Stisk tlačítka pro odeslání prázdné WT desky po pásu na začátek linky	$A_1B_0G_0 M_1X_0I_0 A_0$	1×	20	≈ 0,72
3.	Nasadit klip	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_{6(2)} A_0$	2×	300	≈ 10,79
4.	Odstříhnout přebytek	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_3 C_3 A_0B_0P_0 A_0$	2×	180	≈ 6,47
5.	Odhodit ústřížek	$A_0B_0G_0 A_1B_0P_0 A_0$	2×	20	≈ 0,72
6.	Položit nůžky	$A_0B_0G_0 A_1B_0P_1 A_0$	1×	20	≈ 0,72
7.	Založit aktuátor do kontrolního přípravku	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_1 A_0$	1×	40	≈ 1,44
8.	Zajistit aktuátor pákou	$A_1B_0G_0 M_1X_0I_0 A_0$	1×	30	≈ 1,08

9.	Založit protektor do kontrolního přípravku	$A_1B_0G_1 A_1B_0P_1 A_0$	1×	40	≈ 1,44
10.	Zajistit protektor upínkou	$A_1B_0G_0 M_1X_0I_1 A_0$	1×	40	≈ 1,44
11.	Založit bovden dle světelné signalizace	$A_1B_0G_1 A_0B_0P_1 A_0$	3×	90	≈ 3,28
12.	Strojní čas kontroly	$A_1B_0G_0 M_0X_{50}I_0 A_0$	1×	500	≈ 18,00
13.	Uvolnit protektor	$A_1B_0G_1 M_1X_0I_0 A_0$	1×	30	≈ 1,08
14.	Vyjmout protektor	$A_1B_0G_1 A_0B_0P_0 A_0$	1×	20	≈ 0,72
15.	Nalepit etiketu	$A_1B_0G_1 A_0B_0P_3 A_0$	1×	50	≈ 1,80
16.	Naskenovat etiketu	$A_0B_0G_0 M_3X_0I_0 A_0$	1×	30	≈ 1,08
17.	Uvolnit aktuátor	$A_1B_0G_1 M_1X_0I_0 A_0$	1×	30	≈ 1,08
18.	Vyjmout aktuátor a odložit výrobek	$A_1B_0G_1 A_3B_0P_1 A_0$	1×	60	≈ 2,16
Celkem				1670	60,14

Tabulka 6-6 MOST analýza pro pracoviště EOL 1 (varianta č. 3 – se dvěma klipy)

V průběhu chodu kontrolního stroje (viz ř. 8 v tabulce 6-6) začne operátor výroby zpracovávat další výrobek. To znamená, že během strojního času 18 s zopakuje kroky na řádcích 1 – 6, které operátorovi trvají celkem 25,54 s. To znamená, že stroj dokončil kontrolu o 7,54 s dříve (tento čas čekání je znázorněn v grafu na obrázku 6-3 červeným čárkovaným obdélníkem), než operátor připraví další výrobek ke kontrole.



Obrázek 6-3 Graf spotřeby času na jednotlivých pracovištích (varianta č. 3 – se dvěma klipy)

6.4 Vzdálenosti pracovišť

Vzhledem k tomu, že linku s 5 ručními pracovišti je nutné obsloužit pouze 3 operátory výroby, je potřeba pracovat s intervaly přesunů pracovníků mezi jednotlivými pracovišti linky a

určit, která pracoviště by mohla být operátory obsluhována současně. Pro tyto účely jsem si změřila aktuální vzdálenosti jednotlivých pracovišť a určila opět metodou MOST časové náročnosti na přesuny pracovníků, viz obrázek 6-4. Pro budoucí návrhy, která pracoviště by mohla být obsluhována střídavě jedním pracovníkem, a jak často se mezi nimi bude přesouvat, je podstatné, že se před každým pracovištěm může na výrobní lince naházet v jednu chvíli maximálně 7 kusů rozpracované výroby.



Obrázek 6-4 Aktuální vzdálenosti pracovišť

6.5 Souhrn

V současné chvíli probíhá obsluha linky bez daného řádu. Po snížení počtu pracovníků z 5 na 3 osoby není linka vyvážená a není stanoven žádný řád, dle kterého mají pracovníci linku obsluhovat. Proto grafy v předchozích kapitolách znázorňují spotřebu času jednotlivých pracovišť, nikoli pracovníků. V tabulce 6-7 uvádím současnou kusovou normu pro výrobní linku na jednu směnu, při které je zajištěno pokrytí poptávky odběratele, spolu se současným takttem linky. Z důvodu stejné pracnosti pro chrániče dveří bez klipů, s jedním klipem či se dvěma, mají ve firmě také určeny právě 3 různé normy.

	Norma [ks/hod]	Takt linky [s]
Varianta č. 1 – bez klipu	80	45
Varianta č. 2 – s jedním klipem	74	48,64

Varianta č. 3 – se dvěma klipy	58	62,07
---------------------------------------	----	-------

Tabulka 6-7 Aktuální takty výrobní linky pro jednotlivé varianty

Z časové analýzy plyne, že pracoviště jsou během výroby všech variant stále stejně časově vytížená. Vytíženost se mění v závislosti na vyráběné variantě pouze u kontrolního pracoviště EOL 1 a u pracoviště ST 30 z důvodu montáže klipů.

7 Návrhy řešení

Celý výrobní proces na montážní lince je logicky rozložen. Nenachází se zde na první pohled mnoho možností přesunu některých operací na jiná pracoviště, protože výrobní operace na jednotlivých pracovištích na sebe velmi dobře navazují.

Analýzou výrobních operací na jednotlivých pracovištích jsem došla k závěru, že očividným problémem je montáž klipů na pracovišti EOL 1. Vhodným řešením by byl přesun montáže těchto klipů na některé z dřívějších pracovišť linky a pracoviště EOL 1 vyhradit pouze k provádění kontroly výrobků. Jako optimální se jeví varianta přesunu montáže klipů na pracoviště ST 30, kde se nasazuje již jeden klip u varianty č. 2. V tom případě by mohla pracovníce na pracovišti EOL1 během strojního času například pohodlně obsluhovat také přilehlé pracoviště balení. Žádný další přesun operací v tomto okamžiku možný.

Za možná řešení považuji tedy optimální rozdělení obsluhy pracovišť mezi jednotlivé pracovníky. Z důvodu častých přechodů také navrhuji částečnou změnu uspořádání linky (viz obrázek 7-1), díky kterému by se podstatně zkrátily vzdálenosti mezi většinou pracovišť. Místo dopravníku na díly navrhuji do prostoru umístit obě pracoviště kontroly EOL 1 a EOL 2 a pracoviště balení. Ovšem v tomto případě by zkrácení vzdáleností mezi pracovišti znamenalo nárůst vzdálenosti k dopravníku na díly. Dalším opatřením ke zkrácení vzdáleností je zalomení konce výrobní linky do tvaru „L“, odkud se odebírají hotové výrobky.

U každého návrhu řešení uvedu pro lepší porovnání variantu se zachováním stávajícího layoutu linky, následně pak variantu s novým rozložením výrobní linky dle návrhu na obrázku 7-1.

protože čeká na dokončení strojního času kontrolního stroje (v grafech na obrázcích 7-2 a 7-3 je vyznačen černým čárkovaným obdélníkem).

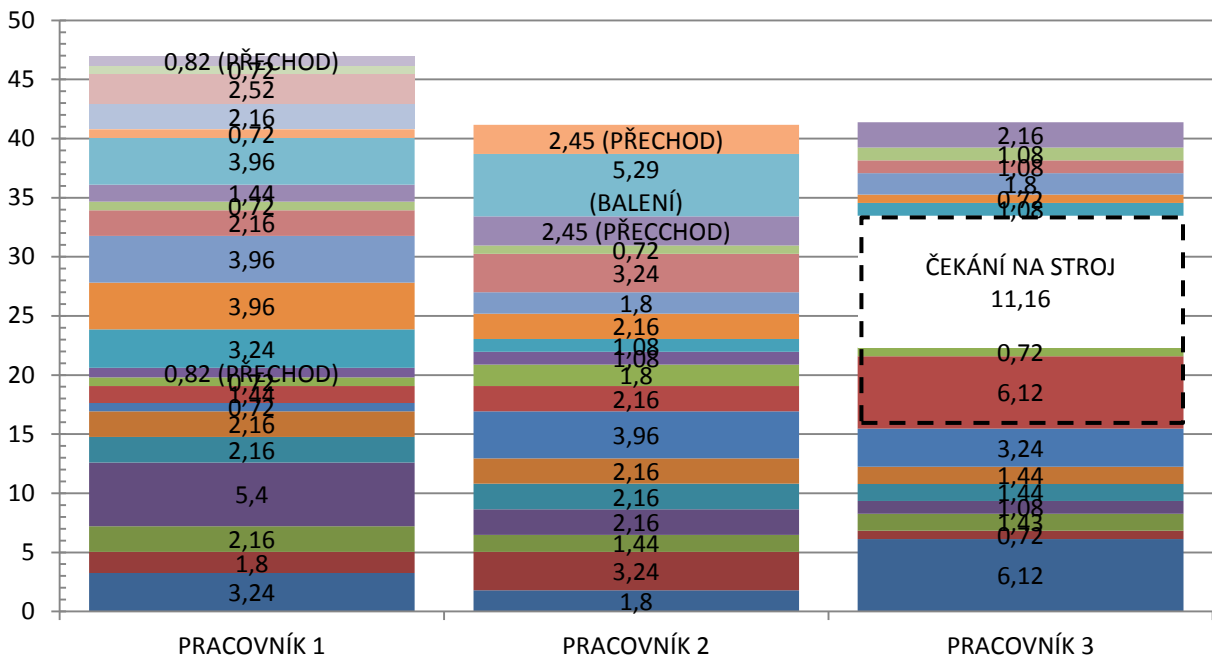
V obou případech udává takt linky první pracovník obsluhující střídavě pracoviště ST 10A a ST 60 a jeho hodnota je rovných 47 s. Níže pro lepší představu uvádím tabulku 7-1 se stručným souhrnem spolu s grafy a vypočtenými indexy vyváženosti linky dle vztahu v kapitole 3.

$$Index\ vyváženosti_{bez\ změny\ layoutu} = \frac{129,54}{47 \times 3} = 0,9187 \approx 91,87 \%$$

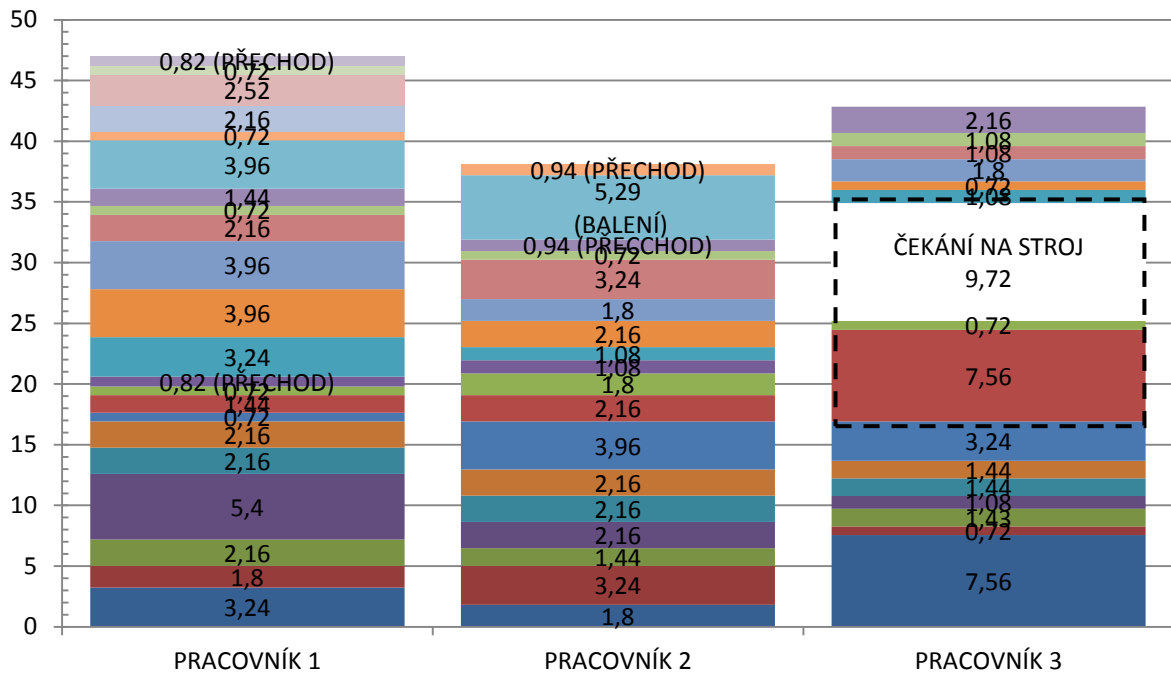
$$Index\ vyváženosti_{po\ změně\ layoutu} = \frac{127,96}{47 \times 3} = 0,9075 \approx 90,75 \%$$

Pracovník	Pracoviště	Interval přesunu
Pracovník 1	ST 10A	po 7 kusech
	ST 60	
Pracovník 2	ST 30	po 5 kusech
	Balení	
Pracovník 3	EOL 1	žádný přesun

Tabulka 7-1 Návrh č. 1 pro variantu výrobku č. 1



Obrázek 7-2 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 1 (beze změny uspořádání linky)



Obrázek 7-3 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 1 (se změnou uspořádání linky)

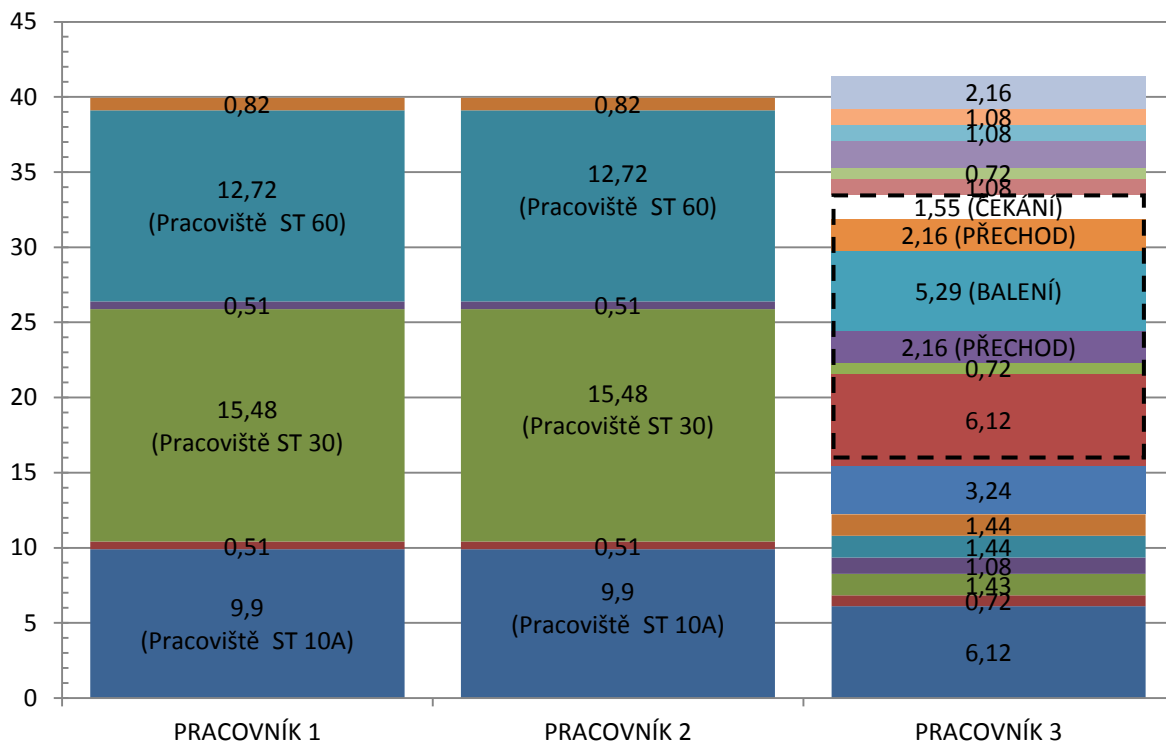
7.1.2 Návrh č. 2

Druhým možným řešením je cyklické přecházení dvou pracovníků mezi stanovišti ST 10A, ST 30 a ST 60. Třetí pracovník by obsluhoval pouze pracoviště EOL 1 a pracoviště balení, kam by přecházel v době strojního času. Spotřeba času pro přechod mezi pracovišti je vydělena počtem kusů, po kterém se pracovník přesouvá na jiné pracoviště. Pro cyklický přesun dvou pracovníků mezi ST 10A, ST 30 a ST 60 navrhuji přesun po 7 zpracovaných kusech. K časovým údajům spotřeby času na jednotlivých pracovištích v grafu jsem došla součtem časů výroby na všech třech pracovištích a tento součet jsem následně vydělila dvěma pracovníky.

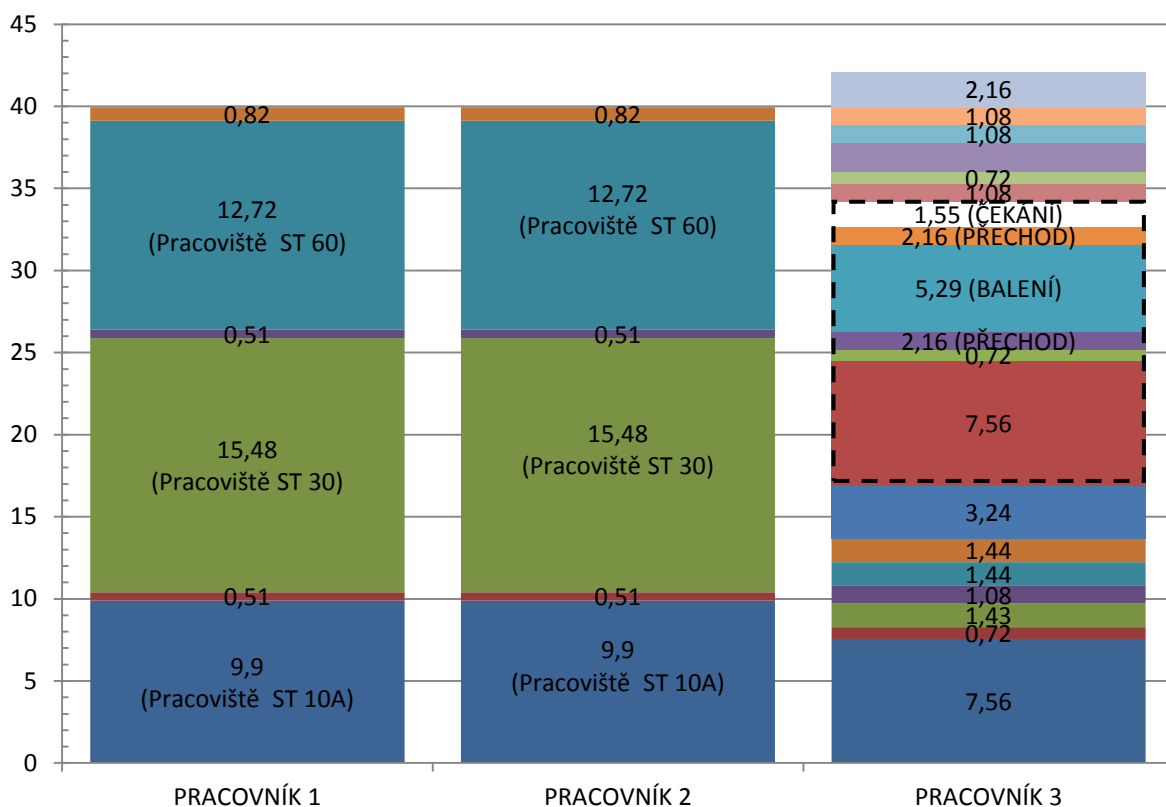
Se zachováním stávajícího layoutu udává takt pracovník obsluhující střídavě pracoviště EOL 1 a stanoviště balení, jeho hodnota je 41,44 s. V případě změny uspořádání výrobní linky dle návrhu na obrázku 7-1 by takt udávali pracovníci, kteří v cyklu obsluhují pracoviště ST 10A, ST 30 a ST 60, takt by v tomto případě nabýval hodnoty 39,94 s. V obou případech by pracovník obsluhující EOL 1 spolu s balením čekal 1,55 s na dokončení běhu kontrolního stroje.

$$Index\ vyváženosti_{bez\ změny\ layoutu} = \frac{121,27}{41,44 \times 3} = 0,9754 \approx 97,54\%$$

$$Index\ vyváženosti_{po\ změně\ layoutu} = \frac{121,99}{42,11 \times 3} = 0,9656 \approx 96,56\%$$



Obrázek 7-4 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 1 (beze změny uspořádání linky)



Obrázek 7-5 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 1 (se změnou uspořádání linky)

7.2 Řešení pro variantu č. 2 – výrobek s jedním klipem

Dalšími návrhy řešení pro vybalancování linky jsou pro variantu výrobku označenou jako č. 2, tedy pro dveřní chránič, na který se na pracovišti ST 30 připevňuje vždy jeden klip.

7.2.1 Návrh č. 1

Prvním návrhem řešení je přidělení pracoviště ST 30 jednomu operátorovi, protože je kvůli montáži klipu časově velmi vytíženým pracovištěm. Následně navrhuji mezi zbylé 2 operátory rozdělit zbývající pracoviště a to tak, že ST 10A a ST60 bude přiděleno jednomu operátorovi s intervalem přechodu 7 kusů. Dalšímu operátorovi pak kontrolní pracoviště EOL 1 a pracoviště závěrečného balení, které by mohl obsluhovat po jednom kusu vždy v době běhu kontrolního stroje. Tak by byl strojní čas (na obrázcích 7-6 a 7-7 znázorněn černým čárkováním obdélníkem) téměř celý pokryt činností na pracovišti balení. Stroj by čekal na návrat pracovníka 1,84 s.

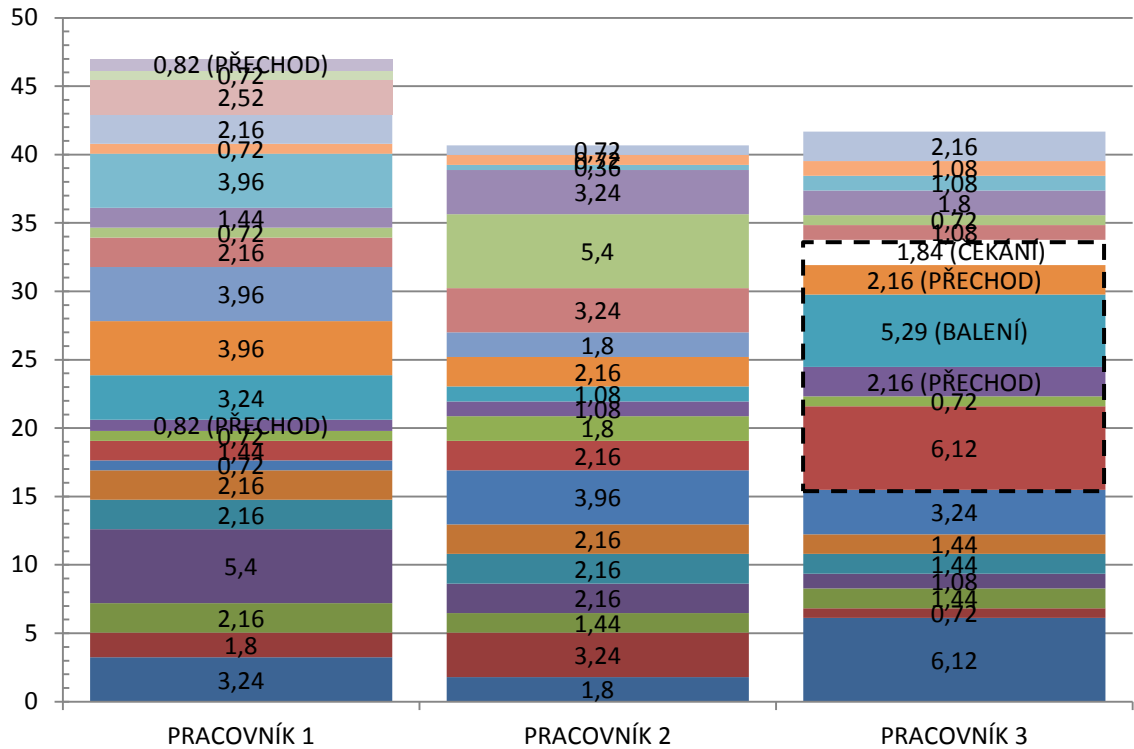
Pracoviště ST 10A a ST 60 je v nové variantě uspořádání linky na stále stejném místě. Pracoviště EOL 1 a balení jsou přesunuty do prostoru, ale jejich vzdálenost také zůstává zachována. Změní se pouze vzdálenost mezi EOL 1 a koncem výrobní linky, odkud si pracovník odebírá výrobky, a to ze současných 3 kroků na 5 kroků. Takt by v obou případech (bez změny uspořádání i po změně) udával pracovník obsluhující pracoviště ST 10A a ST 60 s hodnotou 47 s.

$$Index\ vyváženosti_{bez\ změny\ layoutu} = \frac{127,39}{47 \times 3} = 0,9175 \approx 91,75 \%$$

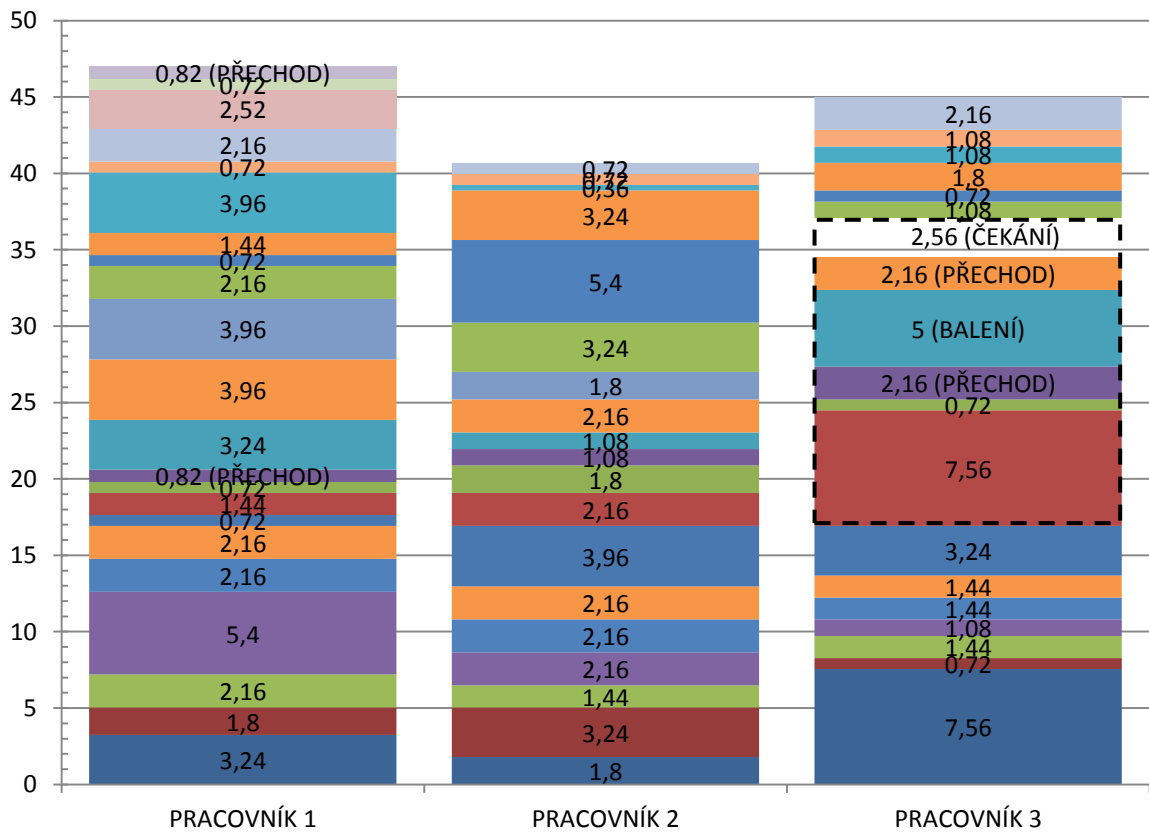
$$Index\ vyváženosti_{po\ změně\ layoutu} = \frac{132,68}{47 \times 3} = 0,9410 \approx 94,1 \%$$

Pracovník	Pracoviště	Interval přesunu
Pracovník 1	ST 10A	po 7 kusech
	ST 60	
Pracovník 2	ST 30	žádný přesun
Pracovník 3	EOL 1	po 1 kusu
	Balení	

Tabulka 7-2 Návrh č. 1 pro variantu výrobku č. 2



Obrázek 7-6 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 2 (beze změny uspořádání linky)



Obrázek 7-7 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 2 (se změnou uspořádání linky)

7.2.2 Návrh č. 2

Dalšími možnostmi vyvážení jsou varianty s přesunem montáže klipů na pracovišti EOL 1 a to z toho důvodu, že se na pracovišti EOL 1 instalují klipy na variantu výrobku se dvěma klipy. Tím by byl sjednocen výrobní postup všech výrobků. Jednou z možností je stejné rozložení jako u varianty bez klipu v kapitole 7.1.1. Tedy přidělení pracovišť ST 10A a ST 60 prvnímu operátorovi s intervalem přesunu po 7 zpracovaných kusech. Dále pracoviště ST 30 a balení druhému operátorovi s intervalem přesunu 5 kusů. Třetímu operátorovi pak ponechat k obsluze pouze kontrolní pracoviště EOL 1, kde během strojního času (na obrázcích 7-8 a 7-9 znázorněn černým čárkovaným obdélníkem) bude nasazovat klip.

Takt linky je udáván pracovníkem obsluhujícím pracoviště EOL 1. Změna uspořádání linky dle návrhu na obrázku 7-1 v tomto případě zvýší takt linky, protože se zvýší vzdálenost pracoviště EOL 1 a koncem pracovní linky, kam chodí odebírat hotové výrobky. Před změnou rozvržení linky by byl takt 51,08 s. Po změně uspořádání by vzrostl na 52,56 s. Zajímavostí je, že v této variantě nedochází k žádnému čekání stroje na pracovníka či naopak. Pracovník přesně vyplní strojní čas chůzí pro další výrobek a nasazováním klipu. Níže pro přehled uvádím stručný souhrn spolu s grafy a vypočtenými indexy vyvážení.

$$\text{Index vyvážení}_{\text{bez změny layoutu}} = \frac{139,23}{51,08 \times 3} = 0,9086 \approx 90,86 \%$$

$$\text{Index vyvážení}_{\text{po změně layoutu}} = \frac{137,69}{52,56 \times 3} = 0,8732 \approx 97,32 \%$$

Pracovník	Pracoviště	Interval přesunu
Pracovník 1	ST 10A	po 7 kusech
	ST 60	
Pracovník 2	ST 30	po 5 kusech
	Balení	
Pracovník 3	EOL 1	žádný přesun

Tabulka 7-3 Návrh č. 2 pro variantu výrobku č. 2

stejném intervalu přenášet hotové výrobky z konce linky na pracoviště kontroly. Třetí operátor by obsluhoval pracoviště EOL 1 a během strojního času pak instaloval na výrobek klip a odcházel na pracoviště balení. Pracovník by pak čekal 0,82 s na dokončení chodu stroje.

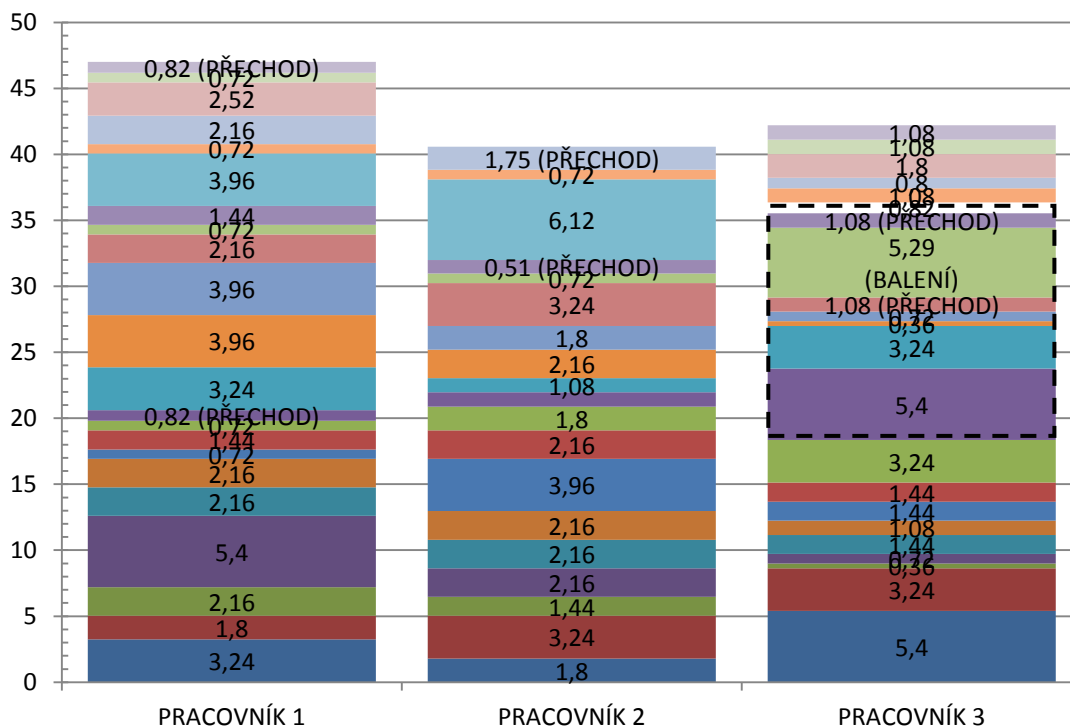
Takt linky tak udává pracovník obsluhující střídavě pracoviště ST 10A a ST 60. Jeho hodnota je nezávisle na typu uspořádání linky 47 s. Případná změna uspořádání linky dle návrhu na obrázku 7-1 má vliv na zvýšení vzdálenosti mezi ST 30 a koncem linky. Niže pro lepší představu uvádím tabulku 7-4 se stručným souhrnem spolu s grafy a indexy vyváženosti.

$$Index\ vyváženosti_{bez\ změny\ layoutu} = \frac{131,93}{47 \times 3} = 0,9357 \approx 93,57\%$$

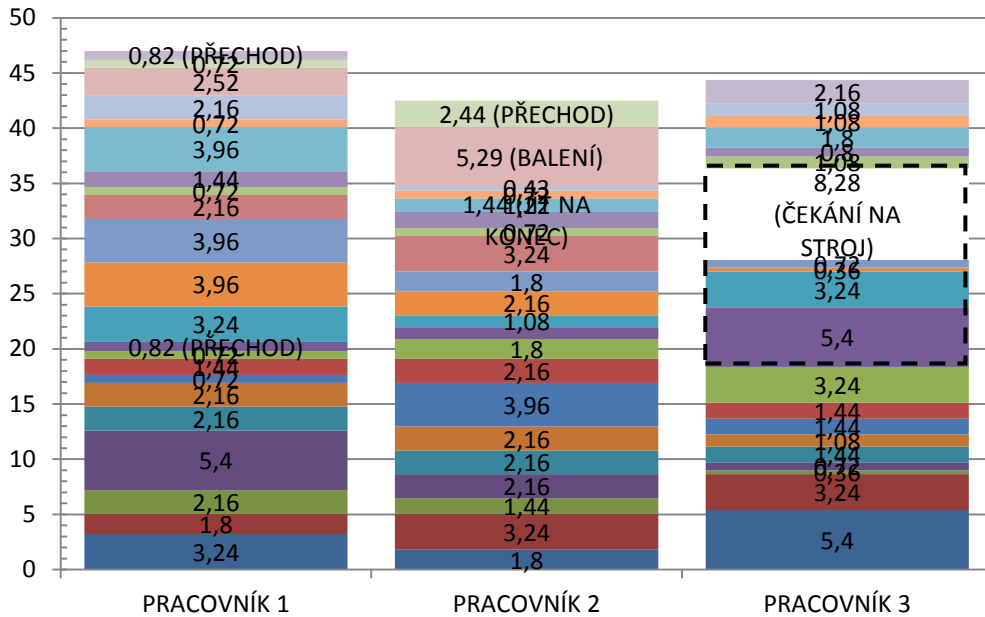
$$Index\ vyváženosti_{po\ změně\ layoutu} = \frac{131,92}{47 \times 3} = 0,9356 \approx 93,56\%$$

Pracovník	Pracoviště	Interval přesunu
Pracovník 1	ST 10A	po 7 kusech
	ST 60	
Pracovník 2	ST 30	po 7 kusech
	Odnášet díly z linky	
Pracovník 3	EOL 1	po 1 kusu
	Balení	

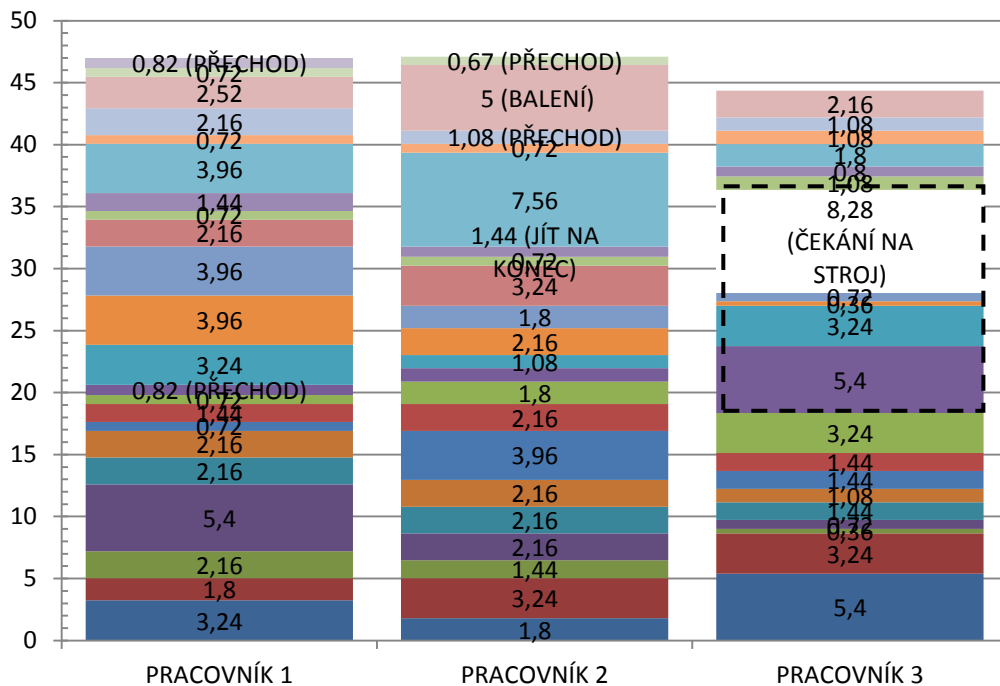
Tabulka 7-4 Návrh č. 3 pro variantu výrobku č. 2



Obrázek 7-10 Graf návrhu č. 3 pro variantu výrobku č. 2 (beze změny uspořádání linky)



Obrázek 7-12 Graf návrhu č. 4 pro variantu výrobku č. 2 (beze změny uspořádání linky)



Obrázek 7-13 Graf návrhu č. 4 pro variantu výrobku č. 2 (se změnou uspořádání linky)

7.2.5 Návrh č. 5

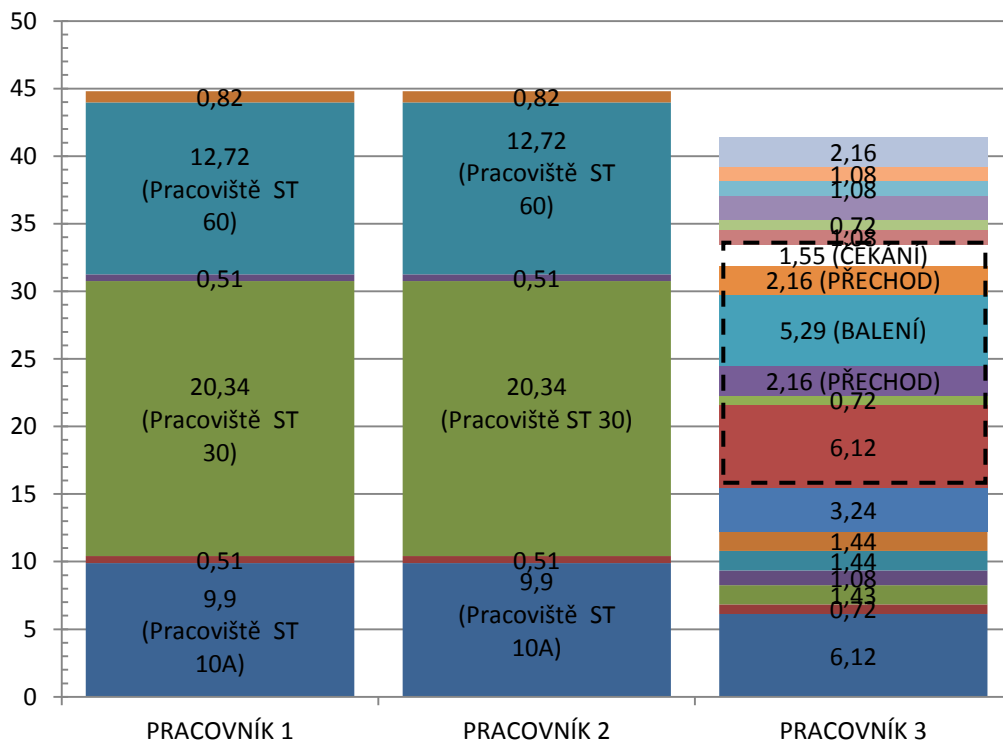
Poslední návrh na vybalancování linky pro variantu výrobku s jedním klipem spočívá na stejném principu jako řešení z kapitoly 7.1.2, a to v cyklickém přecházení dvou pracovníků mezi stanovišti ST 10A, ST 30 a ST 60. Třetí pracovník by obsluhoval pouze pracoviště EOL 1 a pracoviště balení, kam by přecházel v době strojního času. Spotřeba času pro přechod mezi pracovišti je vydělena počtem kusů, po kterém se pracovník přesouvá na jiné pracoviště. Pro cyklický přesun dvou pracovníků mezi ST 10A, ST 30 a ST 60 navrhuji přesun po 7 zpracovaných kusech. K časovým údajům spotřeby času na jednotlivých pracovištích v grafu jsem

došla součtem časů výroby na všech třech pracovištích a tento součet jsem následně vydělila dvěma pracovníky.

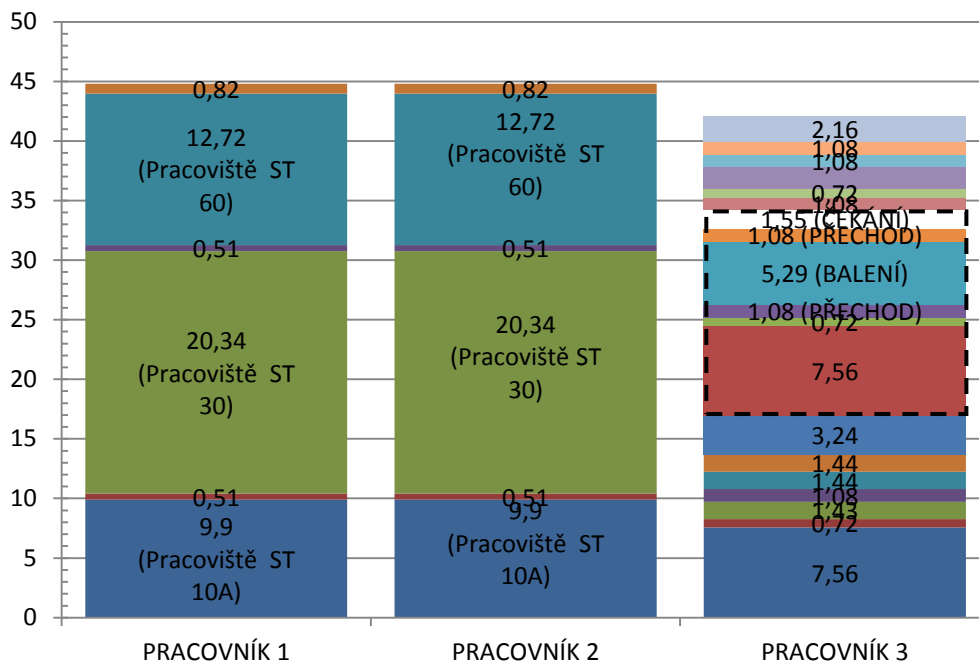
Nezávisle na zvoleném uspořádání linky udávají takt 2 pracovníci, kteří se střídají na prvních třech pracovištích. Takt by v tomto případě byl 44,8 s. Pracovník obsluhující EOL 1 spolu s balením také v obou případech čeká 1,55 s na dokončení běhu kontrolního stroje. Pracovníkovi EOL 1 se změnou layoutu prodlouží vzdálenost ke konci výrobní linky, odkud odebírá hotové výrobky.

$$Index\ vyváženosti_{bez\ změny\ layoutu} = \frac{130,99}{44,8 \times 3} = 0,9746 \approx 97,46\%$$

$$Index\ vyváženosti_{po\ změně\ layoutu} = \frac{131,71}{44,8 \times 3} = 0,9799 \approx 97,99\%$$



Obrázek 7-14 Graf návrhu č. 5 pro variantu výrobku č. 2 (beze změny uspořádání linky)



Obrázek 7-15 Graf návrhu č. 5 pro variantu výrobku č. 2 (se změnou uspořádání linky)

7.3 Řešení pro variantu č. 3 – výrobek se dvěma klipy

Posledními návrhy řešení pro vybalancování linky jsou pro variantu výrobku označenou číslem 3, tedy pro dveřní chránič, na který se v poslední fázi výroby připevňují 2 klipy.

7.3.1 Návrh č. 1

Stejně tak jako u varianty s jedním klipem, první návrh řešení spočívá v přesunu montáže klipů na pracoviště ST 30 a ponechání pracoviště EOL 1 pouze jako kontrolní. Pracoviště ST 30 by pak bylo nejvíce vytíženým, proto bych určila jednoho operátora, který bude obsluhovat výhradně toto stanoviště a žádné jiné. Následně navrhuji mezi zbylé 2 operátory rozdělit zbývající pracoviště a to tak, že ST 10A a ST60 bude přiděleno jednomu operátorovi s intervalem přechodu 7 kusů. Dalšímu operátorovi pak kontrolní pracoviště EOL 1 se závěrečným balením, které by mohl obsluhovat po jednom kusu vždy v době běhu kontrolního stroje. Tak by byl strojní čas (na obrázcích 7-16 a 7-17 znázorněn černým čárkovaným obdélníkem) téměř celý pokryt činností na pracovišti balení. Stroj by čekal na návrat pracovníka 1,84 s.

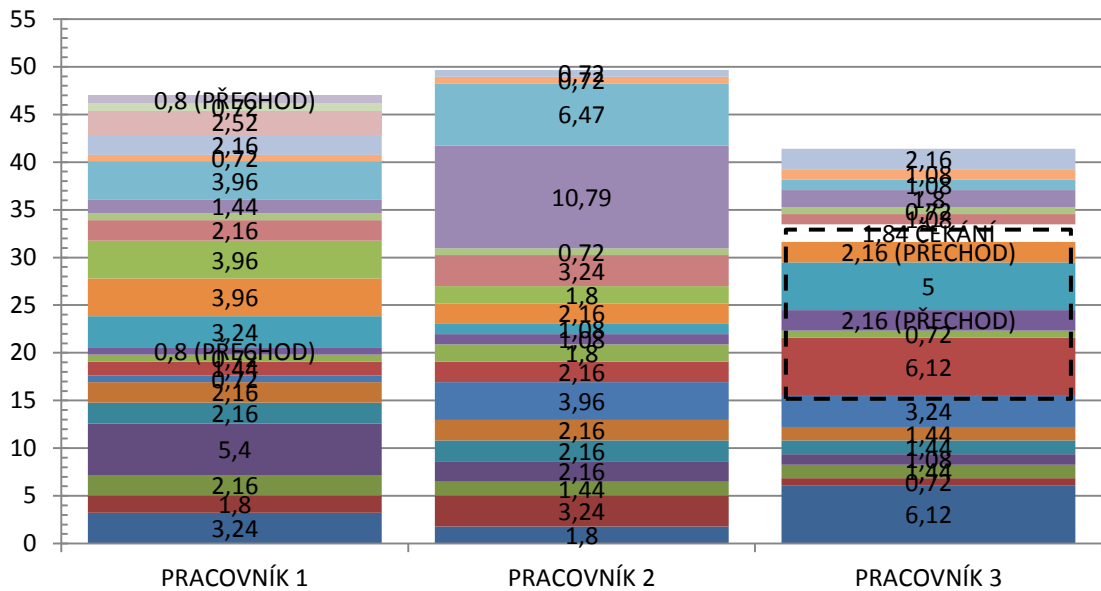
Takt by udával pracovník obsluhující pracoviště ST 30 s hodnotou 49,66 s. Pracoviště ST 10A a ST 60 je v nové variantě uspořádání linky na stále stejném místě. Pracoviště EOL 1 a balení jsou přesunuty do prostoru, ale jejich vzdálenost také zůstává zachována. Změní se pouze vzdálenost mezi EOL 1 a koncem výrobní linky. Takt zůstává po změně uspořádání linky nezměněn.

$$Index\ vyváženosti_{bez\ změny\ layoutu} = \frac{138,02}{49,66 \times 3} = 0,9264 \approx 92,64 \%$$

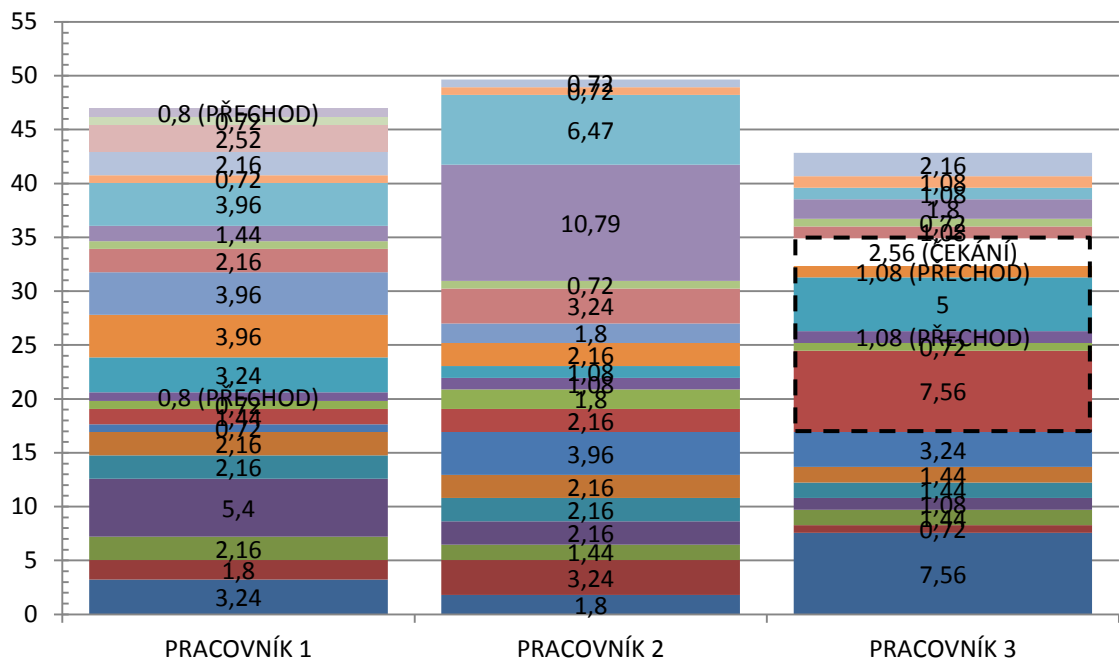
$$Index\ vyváženosti_{po\ změně\ layoutu} = \frac{139,46}{49,66 \times 3} = 0,9361 \approx 93,61 \%$$

Pracovník	Pracoviště	Interval přesunu
Pracovník 1	ST 10A	po 7 kusech
	ST 60	
Pracovník 2	ST 30	žádný přesun
Pracovník 3	EOL 1	po 1 kusu
	Balení	

Tabulka 7-6 Návrh č. 1 pro variantu výrobku č. 3



Obrázek 7-16 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 3 (bez změny uspořádání linky)



Obrázek 7-17 Graf návrhu č. 1 pro variantu výrobku č. 3 (se změnou uspořádání linky)

7.3.2 Návrh č. 2

Pokud by se montáž klipů zachovala na kontrolním pracovišti EOL 1, nenabízí se příliš mnoho možností, jak činnosti na výrobní lince rozvrhnout. Montáž dvou klipů již zabere poměrně velké množství času a to 18,7 s. Z toho důvodu nepovažuji za vhodné, aby pracovník obsluhující pracoviště EOL 1 měl přiřazené ještě jiné pracoviště, protože i za této situace je úzkým místem linky. Naopak bych doporučila, aby také odebrání výrobků z linky bylo přiřazeno jinému pracovníkovi než doposud. Pracovník EOL 1 by pak téměř přesně pokryl montáží klipů strojní čas běhu kontrolního stroje. Stroj by na pracovníka čekal 0,7 s.

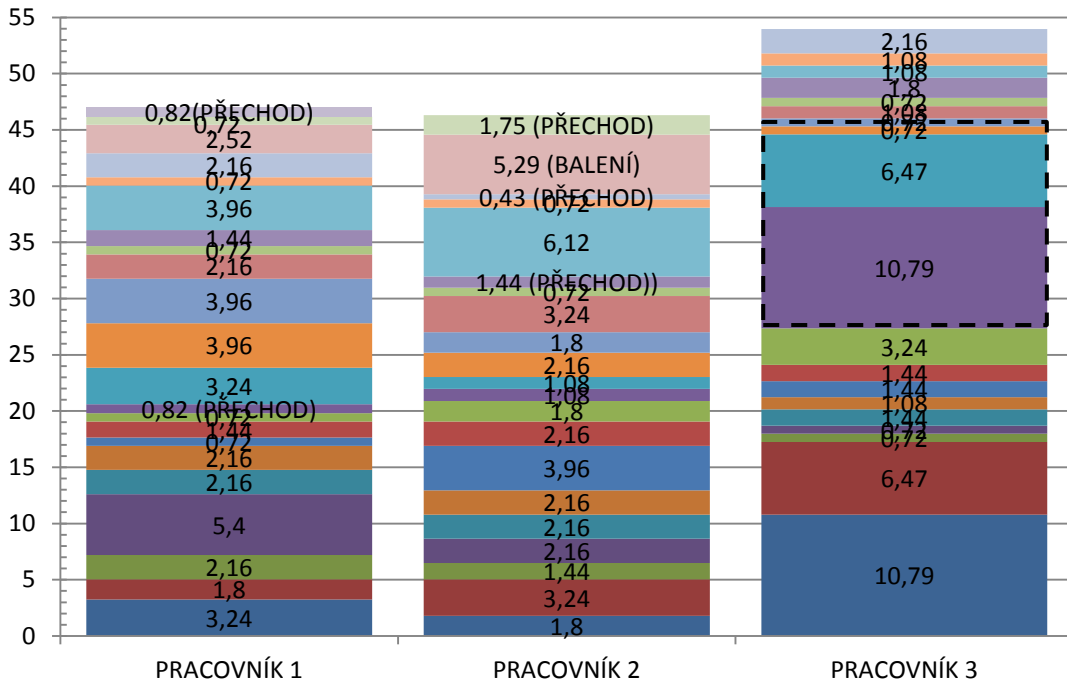
První možností je obdoba varianty z kapitoly 7.2.4. Tedy prvnímu pracovníkovi přidělit pracoviště ST 10A a ST 60. Druhému operátorovi určit jako povinnost odebrání výrobků z linky a obsluhu pracovišť ST 30 a balení. Všechny přesuny v intervalu 7 zpracovaných výrobků. Změna uspořádání linky by v tomto případě na takt 53,96 s, udávaný pracovištěm EOL 1, neměla žádný vliv. Dochází jen k malé změně vzdáleností mezi pracovištěm ST 30 a pracovištěm balení a koncem linky. Pro přehled uvádím níže tabulku 7-7 spolu s grafy a indexy vyvážení pro každou verzi rozvržení linky.

$$\text{Index vyvážení}_{\text{bez změny layoutu}} = \frac{147,28}{53,96 \times 3} = 0,9098 \approx 90,98 \%$$

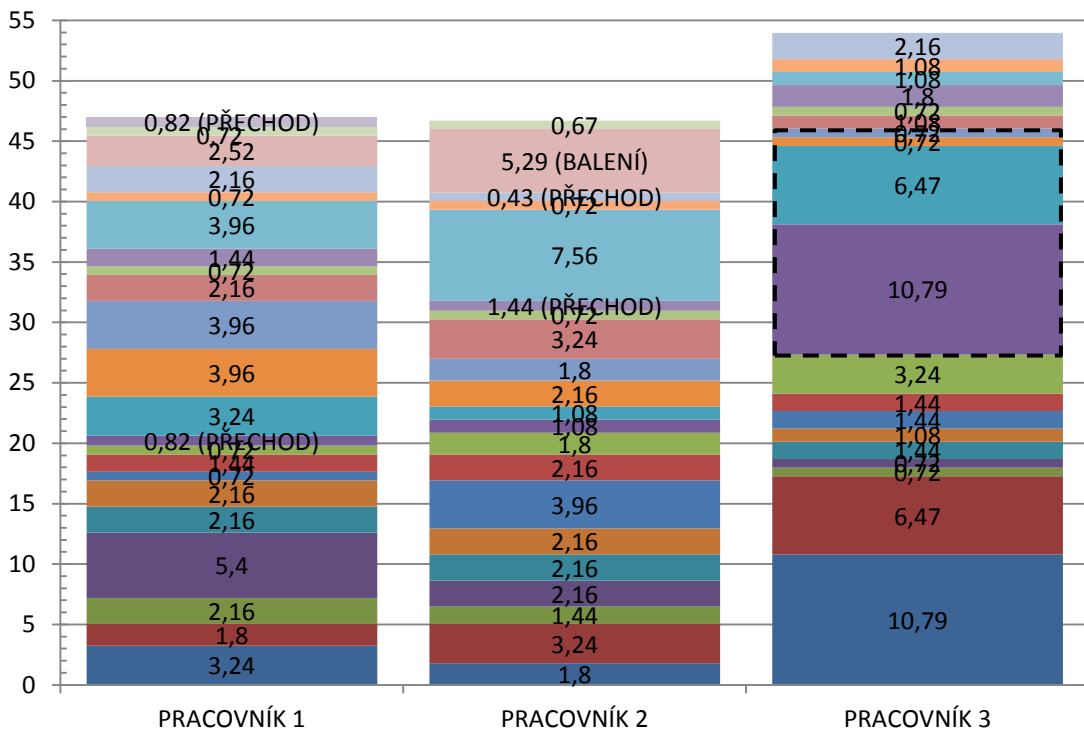
$$\text{Index vyvážení}_{\text{po změně layoutu}} = \frac{147,65}{53,96 \times 3} = 0,9121 \approx 91,21 \%$$

Pracovník	Pracoviště	Interval přesunu
Pracovník 1	ST 10A	po 7 kusech
	ST 60	
Pracovník 2	ST 30	po 7 kusech
	Odnášet díly z linky	
	Balení	
Pracovník 3	EOL 1	žádný přesun

Tabulka 7-7 Návrh č. 2 pro variantu výrobku č. 3



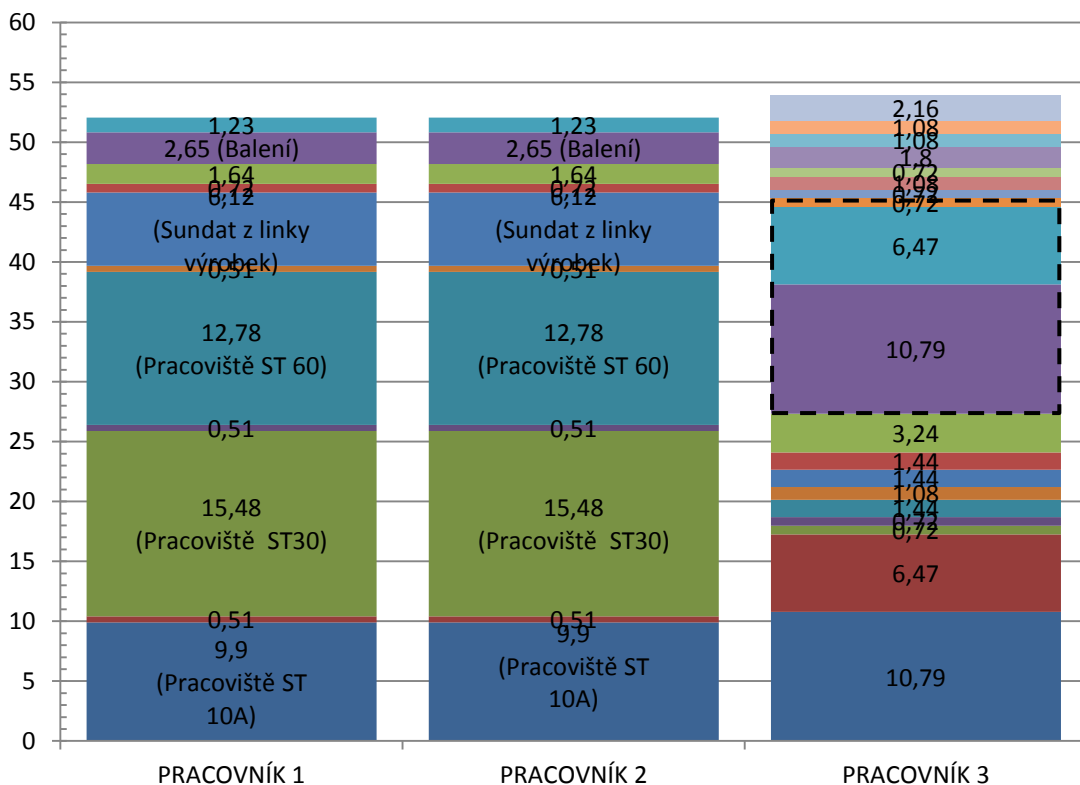
Obrázek 7-18 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 3 (bez změny uspořádání linky)



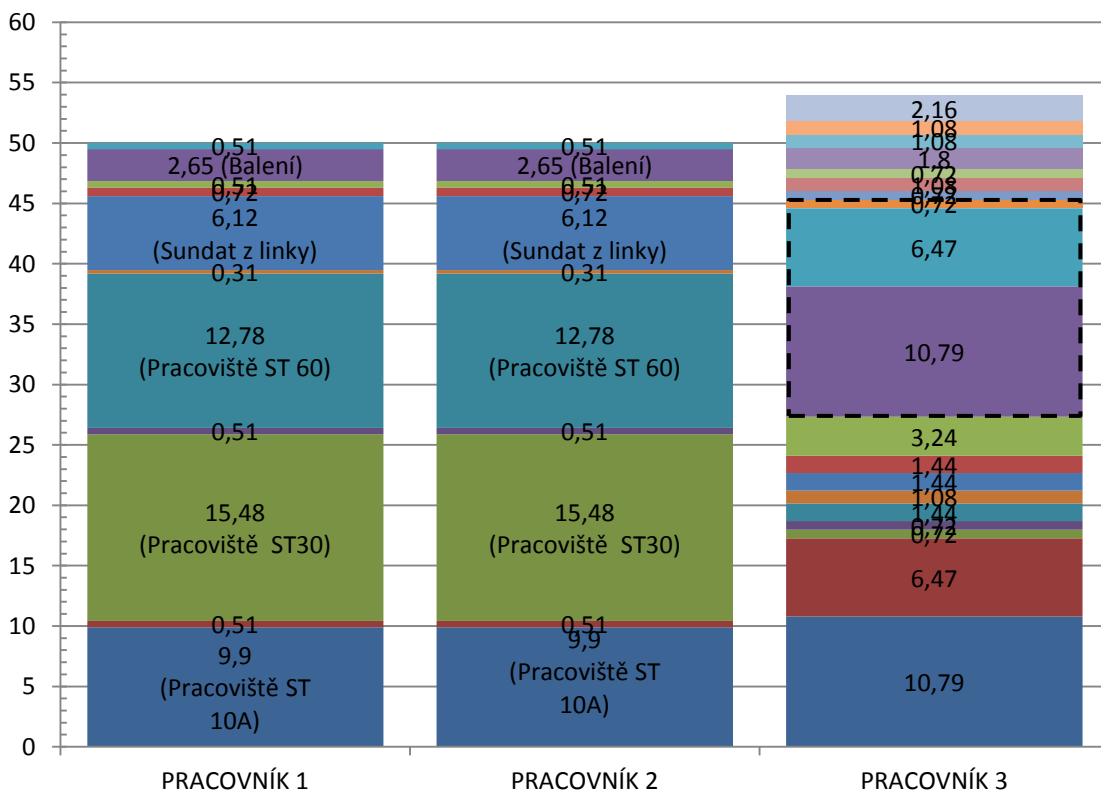
Obrázek 7-19 Graf návrhu č. 2 pro variantu výrobku č. 3 (se změnou uspořádání linky)

7.3.3 Návrh č. 3

Druhou možností rozložení obsluhy pracovišť mezi jednotlivé pracovníky se zachováním montáže klipů na EOL 1 je obdoba předchozí varianty. Změna spočívá v přidělení pracovišť ST 30 a ST 60 jednomu operátorovi. Druhý operátor by pak obsluhoval pracoviště ST 10A střídavě s pracovištěm balení a odcházel by odebírat hotové výrobky z linky a nosil je na pracoviště EOL 1. Oba pracovníci by se přemisťovali v intervalu 7 kusů. Třetí operátor by opět



Obrázek 7-22 Graf návrhu č. 4 pro variantu výrobku č. 3 (bez změny uspořádání linky)



Obrázek 7-23 Graf návrhu č. 4 pro variantu výrobku č. 3 (se změnou uspořádání linky)

8 Výběr optimálního řešení

Ze zpracovaných návrhů řešení uvedených v předchozí kapitole je potřeba vybrat optimální variantu rozvržení obsluhy jednotlivých pracovišť mezi 3 operátory a to pro každý typ výrobků zvlášť. Je také potřeba se zaměřit na porovnání variant návrhů při stávajícím rozložení linky s variantami, které počítají s novým rozložením linky podle návrhu na obrázku 7-1.

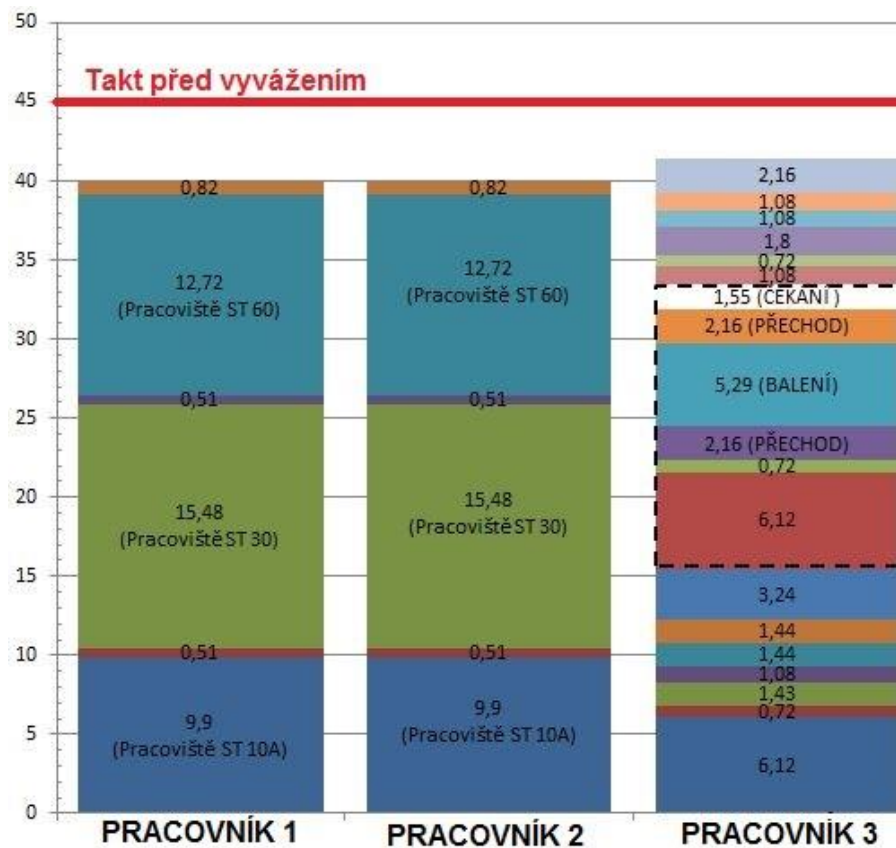
Jako problematické se ze strany zadavatele projektu jeví varianty řešení počítající s přesunem montáže klipů u varianty výrobku č. 3, kde se aktuálně připevňují 2 klipy na pracovišti EOL 1. Při instalaci jednoho klipu u varianty výrobku č. 2 nedochází k žádnému problému s jeho instalací na pracovišti ST 30, protože klip je instalován v těsné blízkosti domku aktuátoru a tím pádem se nachází na ploše nosné WT desky. Ovšem při montáži dvou klipů se přesun jeví problematický, protože klipy nejsou v blízkosti aktuátoru či protektoru a tím pádem se nacházejí na části bovdeny, která zasahuje mimo plochu WT desky. Při pohybu na lince je část bovdeny mimo plochu WT desky a tím pádem by mimo tuto plochu byly také nasazené klipy. Musela by být provedena opatření, aby se klip nezadrhával při pohybu WT desky po lince a aby nedocházelo k jejich uvíznutí v kontrolních strojích ST 20, ST 50 a ST 70.

8.1 Optimální řešení pro variantu výrobku č. 1 – bez klipu

Za optimální řešení vyvážení výrobní linky pro chrániče dveří, na které se nepřipevňuje žádný klip, považuji návrh č. 2 z kapitoly 7.1.2. Tento návrh řešení spočívá v cyklickém střídání 2 pracovníků mezi pracovišti ST 10A, ST 30 a ST 60. Poslední třetí pracovník by obsluhoval kontrolní stanoviště EOL 1 a během strojního času kontrolního stroje by odcházel na stanoviště balení. Tím by pracovník téměř vyplnil 18s strojní čas kontrolního stroje, po návratu na pracoviště by čekal na dokončení běhu stroje 1,55 s.

Pro tento způsob vyvážení linky, kdy se 2 operátoři budou cyklicky střídát mezi třemi pracovišti, zachová stávající takt výrobní linky, který udává pracovník na posledních dvou pracovištích – tedy na kontrolním stanovišti EOL 1 a balení. Takt linky se v tomto případě sníží ze 45 s na hodnotu 41,44 s. Míra vyváženosti linky dosáhne 97,54 %.

Tato varianta dosahuje o 5,61 s nižšího taktu než druhé možné řešení naznačené v kapitole 7.1.1. Míra vyváženosti výrobní linky pro zvolenou variantu dosahuje vyšší hodnoty a to o 5,76 než druhé možné řešení.



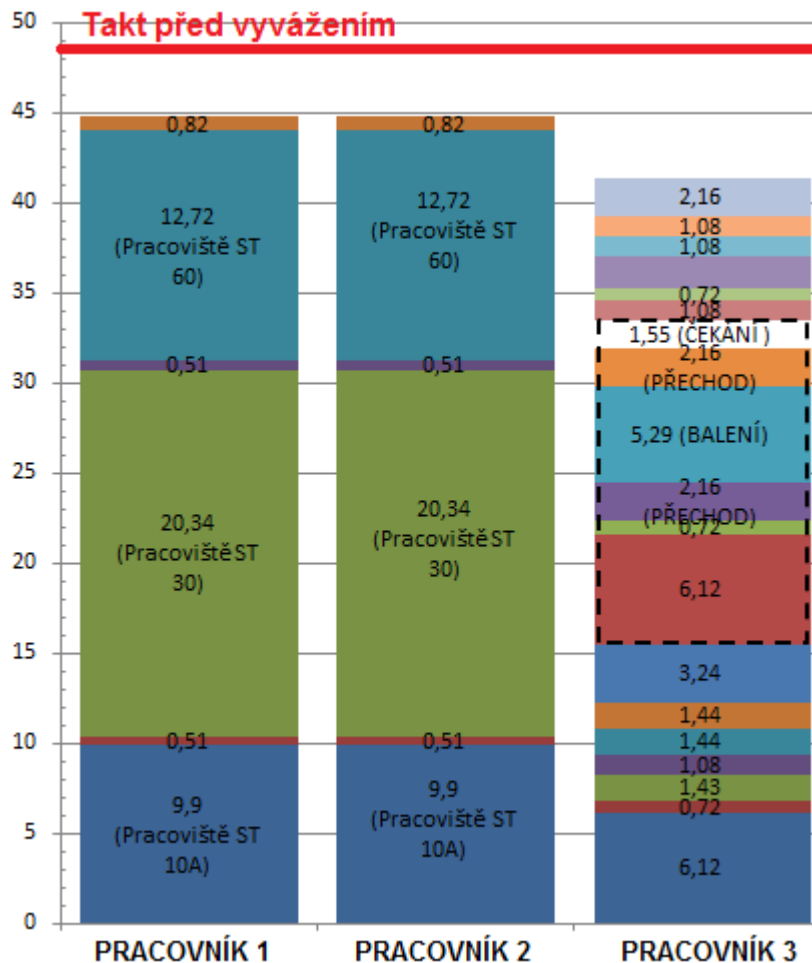
Obrázek 8-1 Porovnání stávajícího stavu se stavem po vyvážení – varianta bez klipu

8.2 Optimální řešení pro variantu výrobku č. 2 – s jedním klipem

Pro výrobu varianty výrobků, na které se připevňuje na pracovišti ST 30 právě 1 klip, považují za optimální období vybalancování z předchozí kapitoly. Její podstatou je tedy cyklické střídání 2 pracovníků mezi pracovišti ST 10S, ST 30 a ST 60. Poslední třetí pracovník zůstává na konci linky a obsluhuje pouze pracoviště závěrečné kontroly EOL 1, kde v době běhu kontrolního stroje odchází na sousední pracoviště balení. Po návratu čeká na dokončení strojního času 1,55 s, 18s strojní čas je tak téměř pokryt činnostmi na stanovišti balení.

Díky zavedení tohoto způsobu obsluhy linky bude dosaženo taktu 44,8 s, který je o 3,84 s nižší než takt aktuální. Index vyváženosti v tomto případě dosahuje nejvyšší hodnoty, a to 97,46 %.

U této varianty se nabízelo jako vhodné řešení přesunout montáž klipu z pracoviště ST 30 na pracoviště kontroly EOL 1, kde by pracovník mohl během strojního času pohodlně klip na bovden připevnit a využil by tak strojní čas kontrolního stroje. Tím by se sjednotil výrobní postup s ostatními vyráběnými variantami. Avšak všechny varianty, uvažující přesunutí montáže klipu dosáhly mnohem vyššího taktu a nižší míry vyváženosti linky.



Obrázek 8-2 Porovnání stávajícího stavu se stavem po vyvážení – varianta s jedním klipem

8.3 Optimální řešení pro variantu výrobku č. 3 – se dvěma klipy

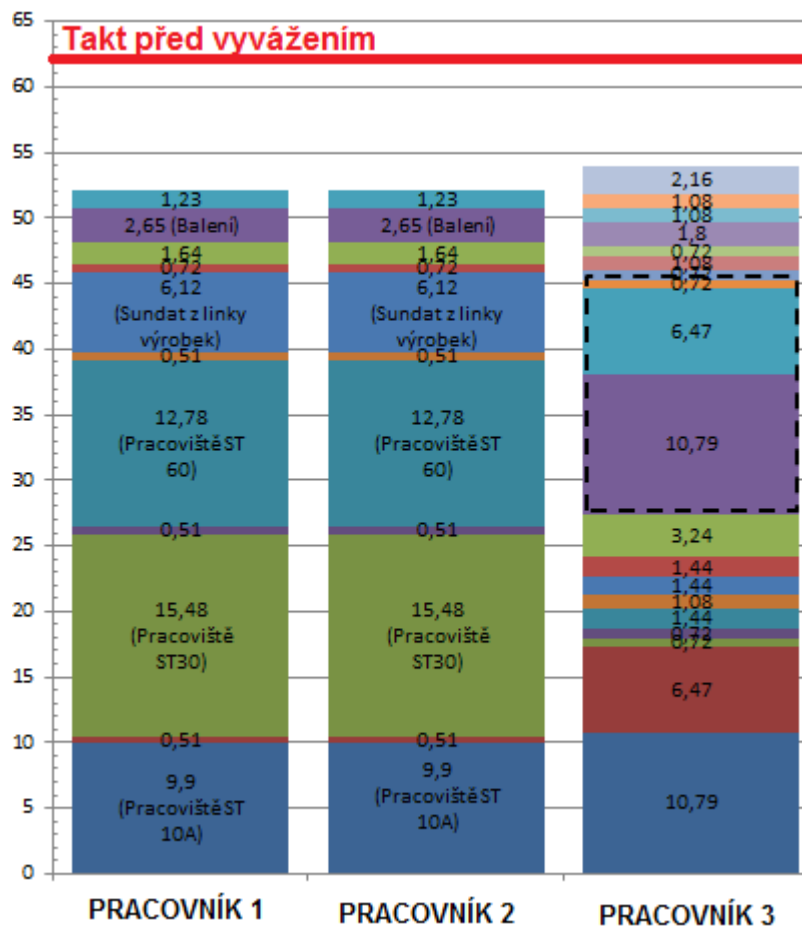
Za optimální možnost vyvážení linky pro variantu výrobků se dvěma klipy považuji návrh z kapitoly 7.3.4.

U varianty výrobků se dvěma klipy dochází k jejich montáži na pracovišti EOL 1, které je k tomuto účelu vybaveno signalizačním přípravkem. Ten napomáhá správné montáži těchto 2 klipů, protože se u různých variant výrobků mírně liší jejich přesná poloha. Jako součást možného řešení se nabízel přesun montáže těchto klipů na pracoviště ST 30, tím by se sjednotil výrobní postup s ostatními variantami produktů. Tento přesun by byl ale značně problematický, protože v případě varianty výrobků se dvěma klipy se tyto klipy nacházejí blíže ke středu bovdenu. Po jejich připevnění by se tak nacházely mimo nosnou WT desku, což by činilo potíže jak během jejího posunu po lince tak v kontrolních strojích ST 20, ST 40 a ST 50.

Při zachování montáže klipů na pracovišti EOL 1 se již mnoho možných řešení nenabízí. Z těchto mála možných variant jsem vybrala opět variantu spočívající na cyklickém střídání pracovišť. V tomto případě by jeden operátor obsluhoval výhradně úzké místo, pracoviště EOL 1. Během běhu kontrolního stroje by pracovník začal na další výrobek připevňovat klipy. Tato činnost zcela pokryje 18s strojní čas, naopak kontrolní stroj čeká na pracovníka 0,7 s, než připevní klipy a vyjme ze stroje zkontrolovaný výrobek. Zbylí 2 operátoři by v tomto případě obsluhovali nejen pracoviště ST 10A, ST 30 a ST 60, ale také by odebírali výrobky

z linky a ty následně předávali na pracoviště EOL 1. Tito 2 pracovníci by také v cyklu docházeli na pracoviště balení.

Díky přesunu povinnosti odebírání hotových výrobků z linky na jiného pracovníka, než je obsluha stanoviště EOL1, se zamezí dosavadnímu čekání výrobního stroje, který na pracovníka v současném okamžiku čeká vždy 7,54 s, než pracovník dokončí montáž klipů. Převodem času potřebného k odebírání hotových výrobků na jiného pracovníka tak dojde ke snížení taktu linky na z 62,07 s na 53,96 s. Index vyváženosti pro toto řešení dosahuje 97,64 %.



Obrázek 8-3 Porovnání stávajícího stavu se stavem po vyvážení – varianta se dvěma klipy

8.4 Zhodnocení

Těmito řešeními bude splněn požadavek zadavatele, kterým je vyvážení výrobní linky pro 3 pracovníky. Optimální řešení na vybalancování linky byla zvolena dle nejnižšího taktu výrobní linky, nejvyšší míry vyváženosti linky, ale také byl brán ohled na celkovou logiku a provázanost řešení.

Je potřeba si uvědomit, že pracujeme celkem s 10 variantami výrobků, byť pro časové analýzy byly pomyslně sloučeny a pracovalo se pouze s variantami třemi. Je obvyklé, že se během jedné osmihodinové směny na lince změní alespoň 4x typ výroby. Kdyby výsledným řešením na vybalancování linky byly 3 naprosto rozdílné návrhy, přičemž by jeden pracovník pro každou variantu obsluhoval vždy jiná pracoviště současně, byl by tento řád pro pracovníky velmi těžko zapamatovatelný a bylo by zde velké riziko, že nebudou nově zavedený řád respektovat.

Z tohoto hlediska je velkou výhodou, že dle zvolených ukazatelů vyšly jako nejlepší řešení shodně návrhy založené na cyklickém střídání pracovníků. Efekty vybalancování jsou uvedeny v tabulce 8-1.

	VARIANTA č. 1		VARIANTA č. 2		VARIANTA č. 3	
	Současný stav	Nový stav	Současný stav	Nový stav	Současný stav	Nový stav
Takt linky	45 s	41,44 s	48,64 s	44,8 s	62,07 s	53,96 s
Kusy za hodinu	80 ks	86 ks	74 ks	80 ks	58 ks	66 ks
Index vyváženosti	-	97,54 %	-	97,46 %	-	97,64 %

Tabulka 8-1 Porovnání současného stavu s novým

	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Takt linky	- 8,6 %	- 8,6 %	+ 15 %
Kusy za hodinu	+ 7,5 %	+ 8,1 %	+ 13,8 %

Tabulka 8-2 Efekty vybalancování

Možnost nového uspořádání výrobní linky dle návrhu na obrázku 7-1 není zvolena jako součást optimálního řešení pro vybalancování linky. Důvod je takový, že výsledné časové úspory, kterých by bylo dosaženo díky zkrácením některých vzdáleností, jsou u některých variant potlačeny naopak prodloužením vzdáleností jiných. Pokud k tomuto paradoxu nedošlo a skutečně se změnou layoutu došlo čistě jen ke zkrácení vzdáleností, tak se však z časového hlediska jedná jen o desetiny sekundy. Náklady na změnu uspořádání výrobní linky byly vyčísleny téměř na 800 000,- Kč. Přestože se jedná jen o zalomení konce výrobní linky, jedná se o 2 nové díly pohyblivé linky, kde 1 ks stojí 300 000,- Kč.

Pro případnou změnu uspořádání by bylo také nutné provést důkladnou analýzu ostatních vyráběných produktů, které se na lince vyrábějí ve zbylých dvou směnách. Jde o větší počet výrobků, než o který se jedná v případě tohoto projektu a bylo by nežádoucí, aby došlo k negativnímu ovlivnění jejich výroby.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo provést analýzu současného stavu výrobní linky ve společnosti WITTE Automotive spol., s.r.o. a následně navrhnout způsoby vybalancování této linky pro nižší počet pracovníků, než jaký byl doposud.

Jako první byla prozkoumána problematika, která se tematicky vztahuje k balancování výrobních linek. Jsou zmíněny obecné pojmy týkající se výrobních systémů, dále je věnována pozornost typům výroby či její produktivitě. Během studia teorie byl kladen důraz na oblast normování práce, zejména pak na metodu předem stanovených časů, které je využíváno dále v praktické části. Poslední oblastí vysvětlenou v teoretické části je vyvažování výrobních linek. Je popsán jeho postup a využívané metody.

Úvodem k praktické části diplomové práce je představení zadavatele projektu následované popisem výrobní linky, která je balancována. Popis výrobní linky i vyráběného produktu je podrobný, aby čtenář co nejlépe pochopil současnou situaci a problémy, ke kterým během výroby dochází.

Na základě teoretické části byla provedena časová analýza současného stavu výrobní linky, a to pomocí metody předem stanovených časů MOST. Pro potřeby vybalancování výrobní linky byly také změřeny vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti. Po analýze následují návrhy na řešení vybalancování linky, ale také na možné nové uspořádání výrobní linky. V závěru práce je ze zpracovaných návrhů vybráno optimální řešení v závislosti na vypočtených ukazatelích, ale také v závislosti na některých omezeních, která vznesl zadavatel projektu.

Přínosy této práce jsou jednak teoretické a jednak praktické. Za hlavní teoretický přínos práce můžeme zařadit zpracování postupu využívaného k vyvažování linek. Za hlavní praktický přínos můžeme označit jak důkladnou analýzu současného stavu, kterou zadavatel projektu může využít i během dalších provozních záležitostí ve firmě, tak samotné řešení vybalancování výrobní linky, které přinese časové úspory během výroby.

Použité zdroje

- [1] DUCHEK, V. *Základy technologického projektování*. Plzeň, 2016. Přednášky předmětu KPV/PRVS. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV.
- [2] LHOTSKÝ, O. *Organizace a normování práce v podniku*. 1. vydání. Praha: ASPI, a.s., 2005. 104 s. ISBN 80-7357-095-5
- [3] NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. Učební text. Dostupné z <http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>
- [4] KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vydání. Praha: C. H. Beck, 2001. 115 s. ISBN 80-7179-471-6
- [5] KOZLER, J., MATĚJKA, J.: *Ekonomika, marketing, management v kostce*. 3. vydání. Havlíčkův Brod: Fragment, 2002, 139 s. ISBN 80-7200-579-0
- [6] HEŘMAN, J. *Řízení výroby*. 1. vydání. Slaný: Melandrium, 2001. ISBN 978-80-86175-15-7
- [7] BUREŠ, M. *Racionalizace*. Plzeň, 2016. Přednášky předmětu KPV/ŘOP. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV.
- [8] ZELENKA, A., PRECLÍK, V. *Racionalizace výroby*. 1. vydání. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 132 s. ISBN 80-01-02870-4
- [9] DVOŘÁKOVÁ, Z. *Management lidských zdrojů*. 1. vydání. Praha: C. H. Beck, 2007. 485 s. ISBN 978-80-7179-893-4
- [10] KOPEČEK, P. *Metodika řízení výroby*. Plzeň, 2016. Přednášky předmětu KPV/MRV. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV.
- [11] LOFFELMANN, J. *Plánování podle typu výroby*. In: SystemOnline.cz [online]. 1. 2. 2010 [cit. 2017-29-11]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-podle-typu-vyroby.htm>
- [12] PAVLÍKOVÁ, P. *Vzdělávání pro integrální logistiku: Logistika pro poskytovatele logistických služeb*. [online]. Brno: SOVA SYSTEMS ČR, spol. s.r.o. [cit. 2017-29-11]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/11133261/>
- [13] KRIŠŤAK, J. *Analýza spotřeby času*. In: IPACzech.cz [online]. 8. 3. 2007. [cit. 2017-29-11]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/analýza-spotřeby-casu>
- [14] LHOTSKÝ, O. *Metody a techniky organizace a normování práce*. In: Mzdová praxe [online]. 19. 7. 2005. [cit. 2017-29-12]. Dostupné z: [http://www.mzdovapraxe.cz/archiv/dokument/doc-d1017v993-metody-a-techniky-organizace-a-normovani-prace/?search_query=\\$issue=3I7](http://www.mzdovapraxe.cz/archiv/dokument/doc-d1017v993-metody-a-techniky-organizace-a-normovani-prace/?search_query=$issue=3I7)
- [15] BUREŠ, M. *Normování práce*. Plzeň, 2016. Přednášky předmětu KPV/ŘOP. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV.

- [16] BUREŠ, M. *MTM*. Plzeň, 2016. Přednášky předmětu KPV/ŘOP. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV.
- [17] BUREŠ, M. *MOST*. Plzeň, 2016. Přednášky předmětu KPV/ŘOP. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV.
- [18] API – Akademie productivity a inovací, s.r.o. *Optimalizace výrobních buněk*. [online] Slaný, 2017 [cit. 2018-14-1]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25780n-optimalizace-vyrobnich-bunek>
- [19] CIE – Group. *Lexikon metod průmyslového inženýrství*. [online] Plzeň, 2018. [cit. 2018-15-1]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/>
- [20] ŠIMON, M. *Systémy pro řízení pohybu materiálu*. Plzeň, 2017. Přednášky předmětu KPV/PL. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV.
- [21] SAE International. *Ford develops flap to help prevent door damage*. [online] SAE, 2018. [cit. 2018-5-3]. Dostupné z: <http://articles.sae.org/10342/>

Seznam příloh

Příloha č. 1: MOST analýza pracoviště ST 10A

Příloha č. 2: MOST analýza pracoviště ST 30 – bez montáže klipu

Příloha č. 3: MOST analýza pracoviště ST 30 – s montáží klipu


Příloha č. 4: MOST analýza pracoviště ST 60

Příloha č. 5: MOST analýza pracoviště EOL 1 – bez montáže klipu


Příloha č. 6: MOST analýza pracoviště EOL 1 – s montáží dvou klipů

Přílohy


Příloha č. 1: MOST analýza pracoviště ST 10A

 Academy of Productivity and Innovations		BasicMost										Počet listů:	6		
												List č.:	1		
Výpočet času manuální práce															
Výrobek	Název výrobku:	Bez klipu													
	Č. výkresu:														
	Název operace:														
	Č. pracoviště:	ST 10A													
	Č. střediska:														
Stroj	Pracoviště:														
	Typ stroje:														
Poznámky:															
P.č.	R	Popis	Se	Sekvence										Fr	TMU
1		Domek protektoru + domek aktuátoru zadní uložit na WT	V	A 3 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	90
2		Domek aktuátoru přední + hřeben uložit na WT	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	50
3		Kliková hřídel + vymezovací díl secvaknout	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
4		Uchopit držák flapu + namazat tukem	NS	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	S 3	A 0 B 0 P 0	A 0						1	150
5		Spojit namazaný flap + sestavená kliková hřídel	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
6		Na držák flapu s klikovou hřídeli nasadit víčko	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
7		Předmontovaný flapholder uložit na WT	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
8		PIN + kytky uložit na WT	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
9		Stisk tlačítka	R	A 1 B 0 G 0	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
Celková spotřeba času:								0,33	19,78				550		
								minut	sekund				TMU		
Vypočetil:	Drápalíková		Datum:		Kontroloval:	Suchopár		Datum:							


Příloha č. 2: MOST analýza pracoviště ST 30 – bez montáže klipu

		BasicMost		Počet listů: 6					
				List č.: 2					
Výpočet času manuální práce									
Výrobek	Název výrobku:	Bez klipu							
	Č. výkresu:								
	Název operace:								
	Č. pracoviště:	ST 30							
	Č. střediska:								
Stroj	Pracoviště:								
	Typ stroje:								
Poznámky:									
P.č.	R	Popis	Se	Sekvence	Fr	TMU			
1		Uchopit bovden	V	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	50
2		Uchopit páku + spojit s bovdenem	V	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	90
3		Páku s bovdenem položit do domku	V	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	40
4		Uchopit pin, vložit do domku, zaháknout	V	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	60
5		Koncovku bovdeny zajistit do domku aktuátoru	V	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	60
6		Zajistit bovden do háčku za donkem aktuátoru	V	A 0 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	2	60
7		Pružinu bovdeny vmáčknout do hřebenu	V	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	110
8		Uchopit víčko + hřeben uzavřít víčkem	V	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	60
9		Hřeben uložit do domku protektoru	V	A 0 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	50
10		Zajistit koncovku bovdeny	V	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 0 B 0 P 1 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	30
11		Zajistit do háčku za donkem protektoru	V	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 0 B 0 P 1 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	30
12		Spojit pružinu + krytku	V	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	60
13		Krytku s pružinou vložit do domku protektoru	V	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1	A 1 1	0 0 0 0 1	1	50
14		Podskupinu flapholderu namontovat do domku	V	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	90
15		Stisk tlačítka	R	A 1 B 0 G 0 1 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1 1	A 0 1	0 0 0 0 1	1	20
Celková spotřeba času:						0,52	30,94	860	
						minut	sekund	TMU	
Vypočetil:	Drápalíková		Datum:	Kontroloval:	Suchopár		Datum:		

Příloha č. 3: MOST analýza pracoviště ST 30 – s montáží klipu


		BasicMost										Počet listů:	6
												List č.:	3
Výpočet času manuální práce													
Výrobek	Název výrobku:	S jedním klipem											
	Č. výkresu:												
	Název operace:												
	Č. pracoviště:	Pracoviště č. 2											
	Č. střediska:												
Stroj	Pracoviště:												
	Typ stroje:												
Poznámky:													
P.č.	R	Popis	Se	Sekvence								Fr	TMU
1		Uchopit bovden	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	1	50
2		Uchopit páku + spojit s bovdenem	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 6	A 0	0	0	0	0	0	1	90
3		Páku s bovdenem položit do domku	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	40
4		Uchopit pin, vložit do domku, zaháknout	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	60
5		Koncovku bovdenu zajistit do domku aktuátoru	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	60
6		Zajistit bovden do háčku za donkem aktuátoru	V	A 0 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	2	60
7		Pružinu bovdenu vmáčknout do hřebenu	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 6	A 0	0	0	0	0	0	1	110
8		Uchopit víčko + hřeben uzavřít víčkem	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	60
9		Hřeben uložit do domku protektoru	V	A 0 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	50
10		Zajistit koncovku bovdenu	V	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	30
11		Zajistit do háčku za donkem protektoru	V	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	30
12		Spojit pružinu + krytku	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	60
13		Krytku s pružinou vložit do domku protektoru	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 1	0	0	0	0	0	1	50
14		Vložit panel klip	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 6	A 0	0	0	0	0	0	1	150
15		Odstřihnout klip	NC	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	C 3	A 0 B 0 P 0	A 0				1	90
16		Odhodit ústřížek	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	1	10
17		Položit nůžky	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	20
18		Podskupinu flapholderu namontovat do domku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 6	A 0	0	0	0	0	0	1	90
19		Stisk tlačítka	R	A 1 B 0 G 0	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	1	20
Celková spotřeba času:							0,68	40,65	1130				
							minut	sekund	TMU				
Vypočetil:	Drápalíková		Datum:			Kontroloval:	Suchopár		Datum:				

Příloha č. 4: MOST analýza pracoviště ST 60


		BasicMost		Počet listů: 6			
				List č.: 4			
Výpočet času manuální práce							
Výrobek	Název výrobku:	Bez klipu					
	Č. výkresu:						
	Název operace:						
	Č. pracoviště:	ST 60					
Stroj	Č. střediska:						
	Pracoviště:						
Typ stroje:							
Poznámky:							
P.č.	R	Popis	Se	Sekvence	Fr	TMU	
1		Uchopit víko protektoru a založit do přípravku	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 6 A 0 0 0 0 0	1	90	
2		Uchopit 2 pružiny a usadit je na 2 piny	V	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 6 A 0 0 0 0 0	1	110	
3		Nacvaknout klipy přípravkem	R	A 1 B 0 G 1 M 3 X 0 I 6 A 0 0 0 0 0	1	110	
4		Krytku bovdeny zajistit do domku protektoru	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 3 A 0 0 0 0 0	1	60	
5		Pružinu s krytkou zamáčknout do protektoru	R	A 0 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 0 0 0 0 0	1	20	
6		Kurbel přesunout do polohy pro montáž pružiny	V	A 0 B 0 G 1 A 0 B 0 P 3 A 0 0 0 0 0	1	40	
7		Uchopit víko + puffer, provléknout	V	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 6 A 0 0 0 0 0	1	110	
8		Umístit víko + puffer do přípravku	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 A 0 0 0 0 0	1	20	
9		Zatáhnutí pufferu přípravkem	R	A 0 B 0 G 0 M 0 X 6 I 0 A 0 0 0 0 0	1	60	
10		Víko s puffrem uložit na protektor	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 6 A 0 0 0 0 0	1	70	
11		Stisk tlačítka	R	A 1 B 0 G 0 M 1 X 0 I 0 A 0 0 0 0 0	1	20	
Celková spotřeba času:					0,43	25,54	710
					minut	sekund	TMU

Vypočetil: Drápalíková Datum: Kontroloval: Suchopár Datum:

Příloha č. 5: MOST analýza pracoviště EOL 1 – bez montáže klipu

		BasicMost		Počet listů: 6			
				List č.: 5			
Výpočet času manuální práce							
Výrobek	Název výrobku:	Bez klipu, s jedním klipem					
	Č. výkresu:						
	Název operace:						
	Č. pracoviště:	EOL 1					
Stroj	Č. střediska:						
	Pracoviště:						
	Typ stroje:						
Poznámky:							
P.č.	R	Popis	Se	Sekvence	Fr	TMU	
1		Uchopit bovden + uložit	V	A 6 B 0 G 3 A 6 B 0 P 1 A 0 0 0 0 0 0	1	170	
2		Stisk tlačítka - poslat zpět prázdnou WT desku	R	A 1 B 0 G 0 M 1 X 0 I 0 A 0 0 0 0 0 0	1	20	
3		Založit aktuátor	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 0 1 0 0 1 0	1	40	
4		Zajistit pákou	R	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 0 0 0 0 0 0	1	30	
5		Založit protektor	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 0 0 0 0 0 0	1	40	
6		Zajistit upínkou	R	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 1 A 0 0 0 0 0 0	1	40	
7		Založit bovden	V	A 1 B 0 G 1 A 0 B 0 P 1 A 0 0 0 0 0 0	3	90	
8		Procesní čas kontroly	R	A 0 B 0 G 0 M 0 X 54 I 0 A 0 0 0 0 0 0	1	540	
9		Uvolnit protektor	R	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 0 0 0 0 0 0	1	30	
10		Vyjmout protektor	V	A 1 B 0 G 1 A 0 B 0 P 0 A 0 0 0 0 0 0	1	20	
11		Nalepit etiketu	V	A 1 B 0 G 1 A 0 B 0 P 3 A 0 0 0 0 0 0	1	50	
12		Naskenovat etiketu	R	A 0 B 0 G 0 M 0 X 3 I 0 A 0 0 0 0 0 0	1	30	
13		Uvolnit aktuátor	R	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 0 0 0 0 0 0	1	30	
14		Vyjmout aktuátor + odložit	V	A 1 B 0 G 1 A 3 B 0 P 1 A 0 0 0 0 0 0	1	60	
Celková spotřeba času:					0,71	42,81	1190
					minut	sekund	TMU
Vypočetil:	Drápalíková	Datum:		Kontroloval:	Suchopár	Datum:	

Příloha č. 6: MOST analýza pracoviště EOL 1 – s montáží dvou klipů

		BasicMost										Počet listů:	6			
												List č.:	6			
Výpočet času manuální práce																
Výrobek	Název výrobku:	Se 2 klipy														
	Č. výkresu:															
	Název operace:															
	Č. pracoviště:	EOL 1														
	Č. střediska:															
Stroj	Pracoviště:															
	Typ stroje:															
Poznámky:																
P.č.	R	Popis	Se	Sekvence										Fr	TMU	
1		Uchopit bovden + uložit	V	A 6 B 0 G 3	A 6 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	170
2		Stisk tlačítka - poslat zpět prázdnou WT desku	R	A 1 B 0 G 0	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
3		Vložit panel klip	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 6	A 0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	300
4		Odstříhnout klip	NC	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	C 3	A 0	B 0	P 0	A 0	0	0	0	0	2	180
5		Odhodit ústřížek	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
6		Položit nůžky	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
7		Zložit aktuátor	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
8		Zajistit pákou	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
9		Založit protektor	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
10		Zajistit upinkou	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
11		Založit bovden	V	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	90
12		Procesní čas kontroly	R	A 0 B 0 G 0	M 0 X 54 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	540
13		Uvolnit protektor	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
14		Vyjmout protektor	V	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
15		Nalepit etiketu	V	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	50
16		Naskenovat etiketu	R	A 0 B 0 G 0	M 0 X 3 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
17		Uvolnit aktuátor	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
18		Vyjmout aktuátor + odložit	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
Celková spotřeba času:								1,03	61,51	1710						
								minut	sekund	TMU						
Vypočetil:	Drápalíková			Datum:		Kontroloval:	Suchopár		Datum:							