

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Racionalizace montážní linky

Autor: **Bc. Tadeáš Kalvas**

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

Akademický rok 2016/2017

Zadání – vložený list

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Kalvas	Jméno Tadeáš	
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	Racionalizace montážní linky		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	61	TEXTOVÁ ČÁST	61	GRAFICKÁ ČÁST	00
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Diplomová práce je zaměřena na problematiku racionalizace montážní linky. Mezi hlavní témata práce patří časové a prostorové analýzy a jejich vyhodnocení. Cílem je navržení takových úprav na jednotlivých pracovištích, které povedou k vyšší efektivitě a tím i vyšší produktivitě montážní linky. Práce se zabývá i ergonomií jednotlivých pracovišť, kdy je cílem ověřit správnost pracovních poloh pomocí počítačového softwaru a návrh případného zlepšení.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>Montážní linka, racionalizace, štíhlá výroba (LEAN), časové analýzy, normování, špagetový diagram, kaizen, kanban, balancování výrobní linky</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Kalvas	Name Tadeáš	
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	Rationalization of the assembly line		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	61	TEXT PART	61	GRAPHICAL PART	00
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>Diploma sheet deals with the rationalization of the assembly line while respecting the principles of lean manufacturing. The main themes of this project are time analysis and space analysis and their evaluation. The main goal is to suggest adjustments at individual workplaces, which leads to better efficiency and therefore higher productivity of the assembly line. Secondary goal is to verify rightness of the working position from an ergonomic point of view and to suggest adjustments if necessary.</p>
KEY WORDS	<p>Assembly line, rationalization, lean, time analysis, standardization, spaghetti diagram, kaizen, kanban, balancing of the production line</p>

Obsah

Seznam obrázků	2
Seznam tabulek	4
Seznam zkratk	5
Úvod	6
1. Úvod do metodiky LEAN.....	7
1.1. Štíhlý podnik	7
1.1.1. Fáze vývoje podniku	9
1.1.2. Bifurkační bod	10
1.1.3. Kaizen	12
1.1.4. Reengineering	13
1.2. Plýtvání.....	14
1.2.1. Just In Time (JIT).....	15
1.2.2. 5S	17
1.2.3. Kanban	18
1.3. Princip tahu a tlaku	19
1.4. TOC – teorie omezení	21
1.4.1. Časové snímky	23
1.4.1.1. Snímky operace	23
1.4.1.2. Snímky pracovního dne.....	25
1.4.2. Balancování výrobní linky	28
1.4.3. Špagetový diagram.....	29
2. Charakteristika výrobního systému	31
2.1. Představení společnosti KOSTAL CR spol. s r.o.....	31
2.2. Montážní linka Ford V36X / C346N.....	32
2.2.1. Pracoviště 010	34
2.2.2. Pracoviště 030.....	35
3. Analýza současného stavu	37
3.1. Snímky pracovních dní.....	37
3.1.1. Snímky pracoviště 010.....	37
3.1.2. Snímky pracoviště 020.....	39
3.1.3. Snímky pracoviště 030.....	41
3.2. Spaghetti diagramy	43
3.3. Snímky operací.....	44

3.4. Zjištěný současný stav výrobní linky	46
4. Ověření správnosti pracovních poloh z hlediska ergonomie	47
4.1. RULA analýza pracoviště 010.....	47
4.2. RULA analýza pracoviště 020.....	49
4.3. RULA analýza pracoviště 030.....	50
5. Návrhy na zlepšení	53
5.1. Racionalizace pracoviště 010	53
5.1.1. Sedadlo s opěradlem	53
5.1.2. Kamera v automatu PCB	54
5.1.3. Úprava plat s PCB díly	54
5.2. Racionalizace pracoviště 020	55
5.2.1. Spádový regál.....	55
5.2.2. Kanban karta na každém KLT boxu	56
5.2.3. Barevné rozlišení KLT boxů.....	56
5.3. Racionalizace pracoviště 030	57
5.3.1. Tiskárna etiket.....	57
5.3.2. Dotyková obrazovka	57
Závěr.....	60
Použitá literatura:	61

Seznam obrázků

Obrázek 1 Vývoj cena – náklady – zisk [2]	8
Obrázek 2 Fáze vývoje podniku [2]	9
Obrázek 3 Počáteční bod přeměny [2]	10
Obrázek 4 Potenciál podniku [2].....	12
Obrázek 5 Aktivity v podniku [vlastní].....	13
Obrázek 6 Aktivity v podniku – podrobněji [vlastní]	13
Obrázek 7 Sedm druhů plýtvání dle TPS [3].....	14
Obrázek 8 Princip kanbanu [vlastní]	19
Obrázek 9 Princip tlaku [6]	20
Obrázek 10 Princip tahu [6]	20
Obrázek 11 Řetěz a jeho nejslabší článek [2].....	21
Obrázek 12 výkon v pracovní směně [7].....	24
Obrázek 13 Rozbor činností ve snímku pracovního dne jednotlivce [vlastní].....	26
Obrázek 14 Balancování linky – původní hodnoty [vlastní].....	28

Obrázek 15	Balancování linky – hodnoty po vybalancování [vlastní].....	29
Obrázek 16	Příklad špagetového diagramu [7]	30
Obrázek 17	Podvolantový modul SCM Ford V36x [8].....	31
Obrázek 18	Layout linky Ford V36X / C346N [9]	33
Obrázek 19	Pracoviště 010 - pohled zleva [vlastní].....	34
Obrázek 20	Pracoviště 010 - pohled zprava [vlastní].....	34
Obrázek 21	Pracoviště 020 [vlastní]	35
Obrázek 22	Pracoviště 030 - Automatická zkušebna [vlastní].....	35
Obrázek 23	Podvolantový modul na "paletce" [vlastní]	36
Obrázek 24	Převrácení s hotovými díly [vlastní].....	36
Obrázek 25	Graf snímku pracovního dne, pracoviště 010, 3.3.2017 [vlastní].....	37
Obrázek 26	Graf snímku pracovního dne, pracoviště 010, 13.3.2017 [vlastní]	38
Obrázek 27	Graf snímku pracovního dne, pracoviště 010, 20.3.2017 [vlastní].....	38
Obrázek 28	Graf snímku pracovního dne, pracoviště 020, 3.3.2017 [vlastní].....	39
Obrázek 29	Graf snímku pracovního dne, pracoviště 020, 13.3.2017 [vlastní].....	40
Obrázek 30	Graf snímku pracovního dne, pracoviště 020, 20.3.2017 [vlastní].....	40
Obrázek 31	Graf snímku pracovního dne, pracoviště 030, 3.3.2017 [vlastní].....	41
Obrázek 32	Graf snímku pracovního dne, pracoviště 030, 13.3.2017 [vlastní].....	42
Obrázek 33	Graf snímku pracovního dne, pracoviště 030, 20.3.2017 [vlastní].....	42
Obrázek 34	Spaghetti diagram; pracoviště 010; 13.3.2017 [vlastní]	43
Obrázek 35	Spaghetti diagram; pracoviště 020; 13.3.2017 [vlastní]	43
Obrázek 36	Spaghetti diagram; pracoviště 030; 20.3.2017 [vlastní]	44
Obrázek 37	Snímky operací; modul EOLT [vlastní]	45
Obrázek 38	Snímky operací; vyhřívaný modul [vlastní]	45
Obrázek 39	Model současného stavu na pracovišti 010 [vlastní]	47
Obrázek 40	Současný reálný stav na pracovišti 010 [vlastní]	47
Obrázek 41	Vstupní parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 010 [vlastní]	48
Obrázek 42	Výsledné parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 010 [vlastní].....	48
Obrázek 43	Model současného stavu na pracovišti 020 + detail [vlastní]	49
Obrázek 44	Vstupní parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 020 [vlastní]	49
Obrázek 45	Výsledné parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 020 [vlastní].....	50
Obrázek 46	Model současného stavu na pracovišti 030 + detail [vlastní]	51
Obrázek 47	Vstupní parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 030 [vlastní]	51
Obrázek 48	Výsledné parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 030 [vlastní].....	52
Obrázek 49	Norma záklonu hlavy [3]	52
Obrázek 50	Pracovní poloha na pracovišti 010 [vlastní].....	53
Obrázek 51	Sedadlo s oporou zad [12].....	54

Obrázek 52 Sedadlo s oporou zad i loktů [11]	54
Obrázek 53 Porovnání PCB plat EOLT a vyhřívané varianty [vlastní]	54
Obrázek 54 Stávající layout pracoviště 020 [9]	55
Obrázek 55 Navrhovaný layout pracoviště 020 [vlastní]	55
Obrázek 56 Současný způsob lepení etiket [vlastní]	57
Obrázek 57 Navrhovaný způsob lepení etiket [13]	57
Obrázek 59 Navrhovaná dotyková obrazovka [14]	58
Obrázek 58 Současný způsob práce [vlastní]	58
Obrázek 60 Model navrhovaného stavu na pracovišti 030 + detail [vlastní]	58
Obrázek 61 Vstupní parametry metody RULA navrhovaného stavu na pracovišti 030 [vlastní]	59
Obrázek 62 Výsledné parametry metody RULA navrhovaného stavu na pracovišti 030 [vlastní]	59

Seznam tabulek

Tabulka 1 Příklad záznamu snímku pracovního dne jednotlivce [vlastní]	26
Tabulka 2 Příklad záznamu hromadného snímku pracovního dne [vlastní]	27
Tabulka 3 Schéma spádového regálu (nárys) [vlastní]	56

Seznam zkratk

JIT	Just In Time
LEAN	Štíhlá výroba
NVA	Non Value Added
OEE	Overall Equipment Effectiveness
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
VA	Value Added

Úvod

V dnešní době velmi turbulentních trhů a nepředvídatelných změn v oblasti průmyslu je pro podnik, v tomto odvětví působící, velice těžké i pouhé plánování výroby, natož pak řízení vývoje a inovací. Jednou z nejvíce postižených oblastí průmyslu touto nepředvídatelností a stresujícím prostředím je automobilový průmysl. Jen těch největších automobilek, které zná každý prostý uživatel automobilů, je na světě okolo čtyř desítek. Každá z těchto automobilek vyrábí až deset modelů automobilů, které musí nejdéle jednou za 5 let projít faceliftovou úpravou. V roce 2014 se na světě vyrobilo zhruba 90 milionů aut a čísla každým rokem narůstají zhruba o 3-5 %.

Žádná ze zmíněných automobilek si v dnešní době nevyrobí komponenty sama. Většinou využívá své dodavatele a sub-dodavatele, kteří zajišťují výrobu a automobilka sama dané komponenty pouze vyvíjí. Automobilky po svých dodavatelích žádají bezchybné výrobky, dodané přesně v objednaný okamžik a v požadovaném množství. Navíc velké koncerny a velké automobilky „utíkají“ svým dodavatelům v oblastech řízení výroby a efektivity výroby, protože mají dostatek peněz na potřebné investice a rozvoj. To vše vyvíjí na dodavatele a subdodavatele velmi vysoký tlak. Výrobní a montážní podniky pak kvůli enormním požadavkům na splnění sjednaných zakázek nedokáží najít čas ani personální prostředky, kterými by racionalizovali a zefektivnili danou výrobu či montáž.

Výše zmíněná situace v automobilovém odvětví průmyslu je zcela jistě jedním z důvodů, proč jsem si vybral dané téma diplomové práce a proč mi společnost KOSTAL CR spol. s r.o. umožnila spolupráci. Společnost Kostal vyrábí podvolantové moduly automobilů téměř všech známých značek. Moje práce se zabývá konkrétní jednou linkou na výrobu modulů FORD. Tato linka byla vedením společnosti vybrána zejména kvůli svému neplynulému chodu, častým odstávkám a z toho plynoucí nižší efektivitě výroby. Cílem spolupráce je identifikace krizových míst na lince a návrhy na zlepšení, které je eliminují.

Dalším důvodem tohoto tématu a spolupráce s konkrétní společností je můj zájem o práci na praktických projektech. Jsem přesvědčen, že právě na těchto reálných problémech a situacích si dokáží nejlépe ověřit teoretické poznatky získané během studia a osvojit si je tak, abych pak byl schopen je použít v praxi i po studiu.

Tématem práce je racionalizace montážní linky. Téma je to velice obsáhlé a spadá do něj vše, od analyzování současného stavu, přes identifikaci problémů až po samotné návrhy na zlepšení vedoucí k optimalizaci a lepší efektivitě montážní linky. V této práci jsou pak konkrétně použity metody snímků pracovního dne jednotlivce, snímků operace a spaghetti diagramy pro analýzu současného stavu. Dále je pak pomocí ergonomické analýzy RULA ověřena správnost pracovních poloh na jednotlivých manuálních pracovištích. Na závěr práce jsou uvedeny návrhy na zlepšení jednotlivých pracovišť ať už racionalizačního charakteru nebo ergonomického.

1. Úvod do metodiky LEAN

Štíhlá výroba je způsob myšlení, je to filozofie, která zkracuje průběžný čas operace pomocí odstraňování plýtvání všeho druhu. Podnik je pak schopen vyrobit více výrobků ve vyšší kvalitě za méně peněz.

Vše začalo po druhé světové válce ve zničeném Japonsku. Od padesátých let se zde rozvíjí metodika, která umožňuje vyrábět zejména automobily lépe, levněji a rychleji, než Evropská a Americká konkurence. Do západního světa se tyto metody dostávají v 90. letech a způsobují zde „horečku lean“. V dnešní době dochází k další vlně lean, která se dotýká zejména podniků, které automobilkám dodávají komponenty pro montáž automobilů. Podniky jsou tlačeny k co nejnižším cenám a dodávkám v přesně určených časech a někdy jsou nuceny i k tomu, aby byly štíhlejší než sama automobilka.

I firmy z jiných oborů se mezitím naučily používat metody štíhlé výroby. S jejími prvky se dnes můžeme setkat v bankách, obchodních řetězcích, nemocnicích, veřejné zprávě, ve stavebnictví atp.

Štíhlost podniku znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné a které přidávají výrobku hodnotu. Ty činnosti, které hodnotu nepřidávají omezit na nutné minimum. Štíhlý podnik se snaží provádět správné činnosti a operace rychleji, přesněji, levněji a na menším prostoru než konkurence. Šetřením se však zbohatnout nedá. Pokud podnik chce dosáhnout tržního vrcholu, musí s daným počtem pracovníků a zařízení vyrobit vyšší přidanou hodnotu než ostatní. Musí také vyřídit více objednávek ve stejném čase než ostatní, musí dělat přesně to, co si přeje zákazník, ale zároveň být ve využívání všech typů zdrojů co možná nejušpornější.

1.1. Štíhlý podnik

V dnešní době zákazníci často požadují po výrobních podnicích individuálně upravené, nebo dokonce individuálně zkonstruované výrobky, za cenu hromadně produkovaných výrobků. Životní úroveň lidí stoupá a s ní i potřeba se od ostatních odlišit. V angličtině se tento trend nazývá „mass customisation“

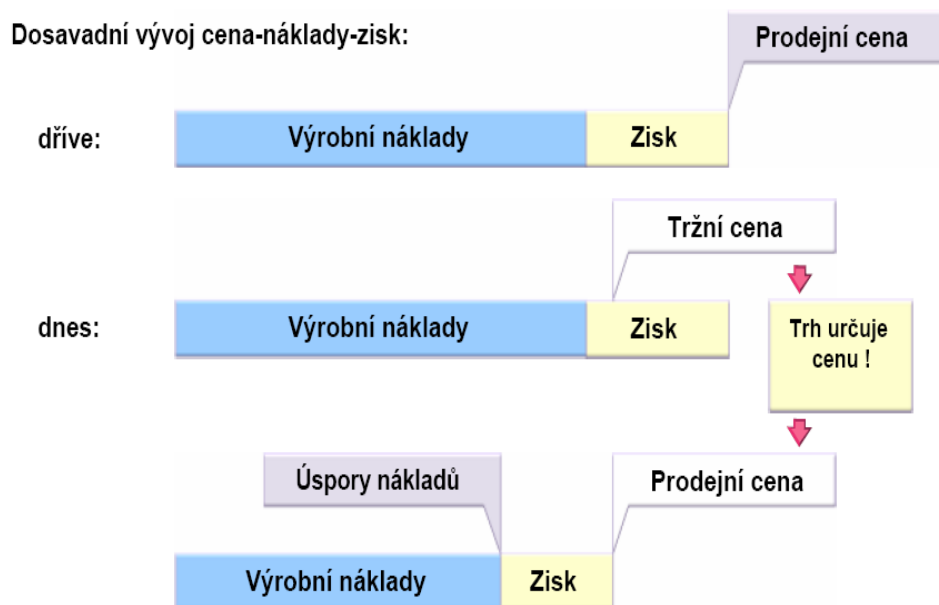
„Výsledkem tedy je, že podniky, které chtějí prosperovat a dlouhodobě existovat na trzích, musí vyrábět stále víc odlišných výrobků, čímž obrovsky narůstá variabilita výroby. Na druhé straně musejí dosahovat vysoké úrovně kvality, spolehlivosti v rychlosti a přesnosti dodávek, a to všechno při velmi nízkých nákladech, kterých je běžně dosahováno při hromadné výrobě standardních výrobků.“ [1]

Typickým příkladem masové kustomizace je výrobce obuvi zvané „texasky“ Levi Strauss. Obuv je navržena zákazníkem a šitá přesně na jeho míru, v barvách, stylu a ozdobách dle individuálních preferencí. Místo 130 modelů obuvi je k dispozici 750 modelů v jakékoli kombinaci. Dalším příkladem je výroba kalhot. Zákazník vstoupí do třírozměrného scanneru, který zaznamená všechny míry a křivky jeho spodních končetin do čárového kódu (bar code). Tyto instrukce, přenesené do továrny, jsou signálem k zahájení výroby daných kalhot. Do dvou týdnů má zákazník výrobek doma v ceně porovnatelné s kusem, který by si koupil v tradiční kamenné prodejně.

Podobně jako v textilním průmyslu nastává podobný trend i v automobilovém průmyslu. Zákazník si „vytahuje“ z výrobní linky automobil složený jemu na míru. Volí si barvu automobilu, barvu interiéru, vybavení, funkce, i například velikost a typ pneumatik. Zároveň však zákazník chce svůj automobil v co možná nejkratším čase a za podobné peníze, které by zaplatil v showroomu za vystavený kus.

Od padesátých let minulého století, kdy se na japonských ostrovech začala prosazovat tzv. štíhlá výroba, začaly podniky chápat, že ziskovosti se nemusí dosahovat pouze zvyšováním produkce,

ale i snižováním nákladů. Japonské automobilky, ale i podniky zabývající se v Japonsku jiným odvětvím, byly schopny vyrábět rychleji a levněji než jejich západní konkurenti. Propukla horečka lean – éra zeštíhlování.



Obrázek 1 Vývoj cena – náklady – zisk [2]

Bohužel, stejně jako příliš přísná dieta může uškodit člověku, může i přílišné zeštíhlování uškodit podniku. Nesprávnými zásahy a rozpočtovými škrty se může podnik dostat do destabilizovaného stavu, kdy není schopný plnit zakázky, protože propustí klíčové zaměstnance, nebo nemá dostatek materiálu či strojů na splnění zakázky. Zabránit tomu lze dodržením následujícího postupu:

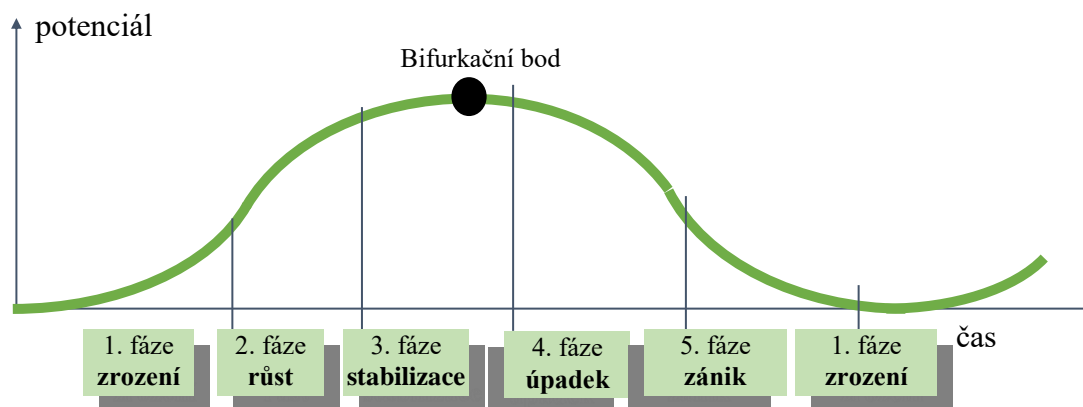
- Analýza problému – zjištění současného stavu podniku pomocí SWOT analýzy, ABC analýzy, benchmarkingu, dotazníků a dalších.
- Diagnostika – nalezení všech příčin problému. Je nutné provést diagnostiku všech funkčních útvarů, které by mohly s problémem souviset (marketing, finance, výroba, personalistika, obchod atd.) Je možné použít například rozhodovací diagramy, myšlenkové mapy, ishikawa diagram, nebo Stream Analysis.
- Definice cíle – stav, ke kterému podnik směřuje. Musí korespondovat s dlouhodobými plány, cíli a vizemi podniku. Definice musí být konkrétní a přesná.
- Stanovení metod – určení, které konkrétní metody jsou pro odstranění daného problému nejvhodnější a nejvýhodnější.
- Samotné řešení – provedení výše stanovených metod.
- Pokračování ve štíhlosti - vyřešením problému práce nekončí. Podnik nadále udržuje, nebo rozvíjí, zavedené standardy a mění myšlení lidí v podniku na tzv. Lean Thinking.

Štíhlost samotná již dnes nestačí k úspěšnosti, ale spíše jen k přežití na velmi turbulentním trhu. Průměrný podnik, který se chová jako ostatní podniky v jeho sféře, bude vyrábět podobné výrobky a poskytovat podobné služby, dosáhne v nejlepším případě průměrných výdělků. Pokud chce být podnik na dnešním trhu úspěšný a dosahovat nadprůměrných výdělků, musí společně se zásadami štíhlosti aplikovat i inovativnost ve všech svých odvětvích. Ať už se jedná

o technologie, stroje a nástroje, práci se zaměstnanci (HR, školení, ergonomie pracovišť atd.), rozšiřování podnikových prostorů, nebo zavádění nových informačních systémů a jiných informačních technologií.

1.1.1. Fáze vývoje podniku

Během standardního vývoje v čase prochází podnik stejně jako výrobek několika fázemi svého vývoje, od fáze zrození přes fázi růstu a stabilizace až k fázi úpadku a zániku. Tyto jednotlivé fáze tvoří „životní cyklus“ podniku – viz obrázek 2.



Obrázek 2 Fáze vývoje podniku [2]

1) Založení podniku

Na samém začátku je tzv. zakladatelský projekt. Ten řeší komplexně, co by měl daný podnik vyrábět. Zkoumá danou oblast trhu a příležitosti v něm. Dále pak je v projektu popsáno, jakými stroji a jakou technologií se bude daný výrobek vyrábět. Výsledkem je informace pro podnikatele, zda daný projekt je realizovatelný a jaký efekt jim zajistí z investovaného kapitálu. Součástí projektu je i zakladatelský rozpočet, který je důležitý pro vlastní rozhodování podnikatele i potenciálních věřitelů.

2) Růst podniku

Ve fázi růstu podnik zvyšuje objem výroby, prodeje a poskytování služeb, protože trh má zájem o jeho produkci nebo služby, management je úspěšný ve své práci, podnik je proto ziskový. Klíčovým měřítkem růstu podniku je tempo růstu tržeb (obratu). Financování růstu podniku může probíhat buď z interních (vlastních), nebo z externích zdrojů (půjčky, dotace, nebo například u akciové společnosti zvýšením základního kapitálu)

3) Stabilizace podniku

Stabilizace je fáze, ve které podnik dosáhne optimální velikosti s ohledem na příležitosti trhu. Odpisy se zhruba rovnají investicím (v období růstu investice vždy rostou rychleji než odpisy).

Ve fázi stabilizace vstupuje podnik také do tzv. bifurkačního bodu, kterému bude věnována zvýšená pozornost níže.

4) Úpadek podniku

Podnik upadá, když aktivity podniku začnou klesat. Management se pokouší nežádoucí vývoj zvrátit pomocí sanace (opatření přijímaná vedením podniku, jejichž smyslem je zásadní ozdravení a obnova finanční výkonnosti a prosperity podniku.). Nepodaří-li se mu to, dostane

se podnik do trvalé krize, což je delší časové období, kdy dochází k nepříznivému vývoji výkonnostního potenciálu podniku, radikálnímu snížení objemu tržeb, poklesu čistého obchodního jmění, snížení likvidity atd. Tato krize končí zpravidla zánikem podniku.

5) Zánik podniku

Podnik zaniká ke dni výmazu z obchodního rejstříku. Věcně a časově zániku předchází jeho zrušení. Zrušení společnosti může probíhat dle §68 obchodního zákoníku

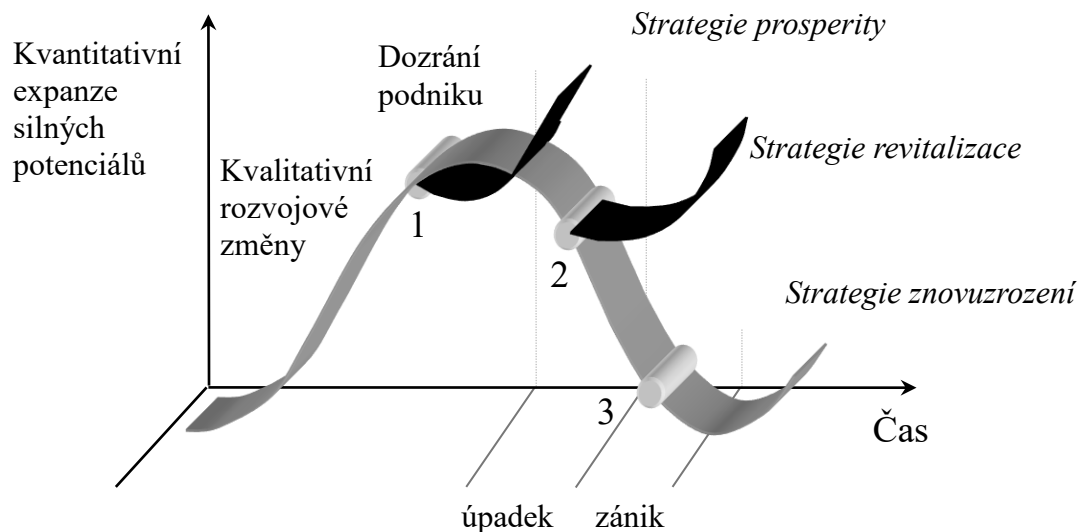
- a) s likvidací (mimosoudní vyrovnání majetkových vztahů zanikající společnosti)
- b) bez likvidace (obchodní jmění společnosti přechází na právního nástupce – sloučení, splynutí nebo rozdělení)

1.1.2. Bifurkační bod

Bifurkační bod neboli bod rozdvojení je důležitý milník ve vývoji podniku. Pokud se do něj podnik dostane, musí učinit rozhodnutí o svém dalším směřování. Na výběr jsou následující varianty:

- a) Realizovat změnu a přizpůsobit se měnícím podmínkám tržního prostředí, neboť změna je do budoucna perspektivnější než neměnný stav.
- b) Nerealizovat změnu a smířit se s klesající výkonností podniku.

Pokud se podnik dostane do bifurkačního bodu a rozhodne se pro variantu a), musí mít předem vypracovanou variantní strategii své přeměny. Tato změna může probíhat v různých etapách životního cyklu podniku – viz obrázek 3.



Obrázek 3 Počáteční bod přeměny [2]

Strategie prosperity

Ke strategii prosperity dochází v rámci strategie restrukturalizace podniku ještě v době rozvoje, těsně před dosažením vrcholu jeho vývoje. Jedná se o nejprogresivnější strategii podniku, přesto však rozhodnutí managementu, které zahajuje její počátek je označován za nejsložitější, nejobtížnější a nejtěžší. Jedná se o to, že tento akt může být chápan jako nesmyslný

a protichůdný. Tento jev se označuje jako delfíní efekt – instinkt opustit vlnu, která onoho delfína nese, v co nejpříznivějším okamžiku.

Strategie revitalizace

Zahájení této strategie je v době nejvyšší nutnosti, kdy podnik zápasí s bankrotem, příp. zánikem včetně likvidace. Revitalizací sledujeme radikální a celkové ozdravení firmy, která vykazuje degenerativní znaky, symptomy neprosperujícího podniku. Průvodní jevy existenčního ohrožení firmy jsou: Klesající tržby, náklady se dostávají nad úroveň tržeb, podnik začíná vyrábět ztrátu se všemi následky. Zhoršení likvidity, rostoucí zadluženost, záporný CF, insolvence, podnik přestává plnit svou hlavní podnikatelskou funkci, k záchraně používá urychlený odprodej nepotřebných aktiv, prodává majetek, zeštíhluje firmu, ztrácí důvěru bank na provozní finance, dodavatelé zastavují dodávky materiálu, odmítají úvěrovat skomírajícímu podniku, dochází k odstávkám výroby a propouštěním.

Strategie znovuzrození

Třetí typ restrukturalizace podniku, při které dochází k inflexi ve fázi zániku, tj. po bankrotu, resp. v procesu bankrotu. Jedná se o nejhorší možnost ze všech tří strategií, přesto se jedná o možnost zahájení nové činnosti firmy, která může být výrobně, tržně i personálně pokračovatelem firmy předchozí.

Vznik a implementace inovací v podniku není jednorázová akce, nýbrž opakovaný cyklus prováděný za účelem přizpůsobování se okolnímu prostředí, a tedy dosahování vyšší efektivity. Díky tomu potenciál podniku roste.

Zavádění inovací v podniku je možné provádět dvěma způsoby:

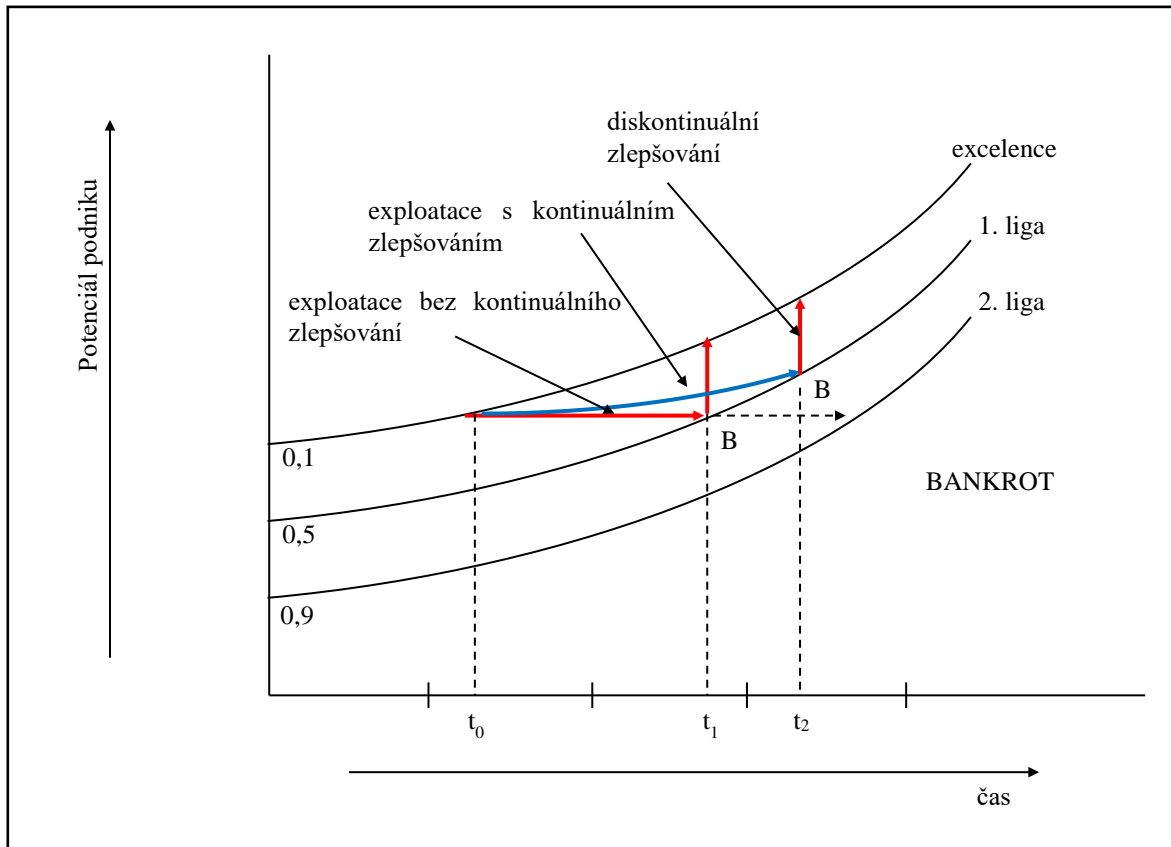
- Kontinuálně
- Diskontinuálně (skokově)

Na obrázku 4 je objasněno, jaký mají výše zmíněné inovace vliv na potenciál podniku.

Kontinuální neboli postupné změny v podniku (například pomocí japonské metody Kaizen – viz níže) zajišťuje neustálé zlepšování po malých krocích. Touto cestou (modrá šipka) je možné zabránit rychlému úpadku podniku a jeho následného bankrotu. Nicméně stále se jedná pouze o oddálení úpadku.

Diskontinuální změny jsou náhlé a skokové změny v podniku, kterými lze dosáhnout velkých inovací. Příkladem je reengineering, který je popsán v kapitole níže. Nevýhodou oproti kontinuálním změnám je cena těchto obměn.

Pokud se podnik chce udržet na vrcholu, musí provádět oba druhy inovací.

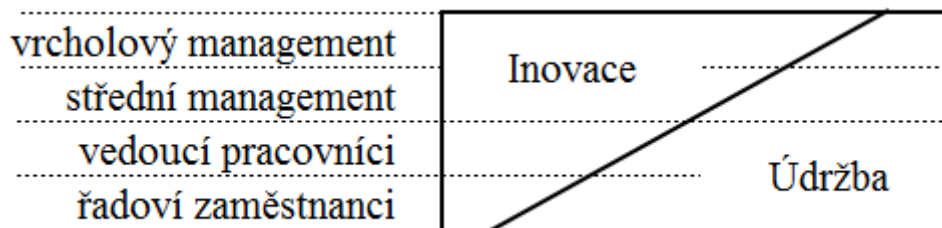


Obrázek 4 Potenciál podniku [2]

1.1.3. Kaizen

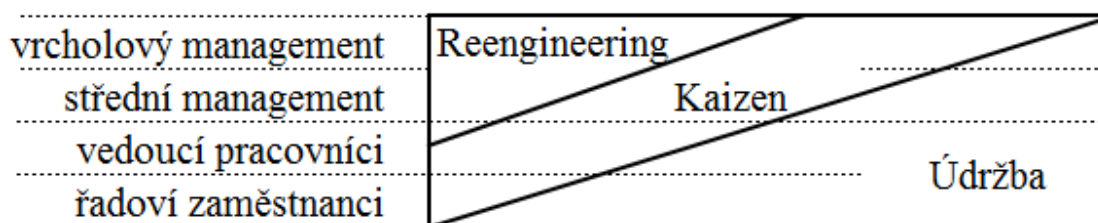
Strategie Kaizen je filozofií, která přišla společně s dalšími strategiemi a metodami zeštíhlování procesů z Japonska ve druhé polovině minulého století. Jedná se o metodiku neustálého zlepšování procesů v podnicích (Slovo „Kai“ znamená v překladu změna a slovo „zen“ pak lepší, nebo k lepšímu). Zlepšování probíhá po malých krocích, a týká se všech zaměstnanců podniku od řadových zaměstnanců až po vrcholový management. Pokud tato metodika není akceptována celopodnikově, není možné, aby fungovala správně. Je potřeba postupně měnit myšlení lidí v podniku tak, aby myšlenka Kaizenu byla přijata a všemi. Pouze tak je možné zlepšovat výkonnost podniku a zvyšovat její konkurenceschopnost.

Veškeré činnosti v podniku se dají rozdělit buď na údržbu, nebo na zdokonalování. Pokud je snaha o udržování zavedených standardů pomocí disciplíny a vzdělávání, jedná se o údržbu. Pokud se podnik snaží tyto standardy zvyšovat, jedná se o zdokonalování. Oba zmíněné druhy činností, jak údržba, tak zlepšování, by měly v podniku probíhat paralelně aby bylo dosaženo efektivnější organizace. V dobrých podnicích by měl mít každý pracovník v náplni práce oba druhy činností. Vrcholový management by se měl v rámci Kaizenu věnovat spíše zlepšovacím aktivitám v rámci vztahu ke strategii, požadavkům zákazníků, nebo síle konkurence. Řadoví zaměstnanci pak budou většinu svého času věnovat udržovacím činnostem – viz obrázek 5.



Obrázek 5 Aktivity v podniku [vlastní]

Samotné zdokonalování neboli inovace pak lze dále dělit postupné, kontinuální zlepšování jako je právě Kaizen a diskontinuální změny, jako je například reengineering, který je dále popisován v následující kapitole. Na obrázku 6 je pak znázorněno, jak by v ideálním případě měly být rozloženy aktivity zaměstnanců v podniku, pokud v diagramu rozdělíme inovativní činnosti právě na Kaizen a reengineering.



Obrázek 6 Aktivity v podniku – podrobněji [vlastní]

V diagramu je znázorněno, že řadoví zaměstnanci by měli mít zodpovědnost převážně za udržování stávajících standardů. Vedoucí pracovníci a střední management by měl rozhodovat o malých změnách, které jsou co do četnosti velmi časté, ale finančně nenáročné, zatímco vrcholový management zodpovídá za velké a finančně náročné změny.

1.1.4. Reengineering

Reengineering znamená zásadní přehodnocení a radikální rekonstrukci podnikových procesů tak, aby mohlo být dosaženo dramatického skokového zdokonalení z hlediska měřítek kritických výkonosti, jako jsou například náklady na výrobu, časová náročnost operací, kvalita výrobků, služby, inovace, ergonomie a dalších.

Reengineering je nástrojem vrcholového managementu, který dokáže za určitých okolností výrazně zlepšit situaci v podniku. Nepřetržité zlepšování všech podnikových procesů je pro každý podnik nezbytně důležitou filozofií, chce-li tento podnik z dlouhodobého hlediska přežít. Nicméně v dnešním světě, kde k rozvoji již nedochází konstantním lineárním tempem, ale exponenciálně se zrychlujícím, již pouze postupné změny nestačí. Procesy samy o sobě často zastarávají stejně rychle, nebo i rychleji než produkty. Proto je třeba po určitých časových obdobích vždy zcela od základu změnit veškeré podnikové procesy bez ohlížení se na to, co bylo předtím.

Principem reengineeringu je pak absolutní oprostění se od starých pohledů a zafixovaných návyků na způsoby řešení a hledání zcela nových, někdy i nezvyklých, nekonvenčních a jednodušších postupů. K reengineeringu také patří zpochybňování starých předpokladů. Jako příklad je možné uvést způsob pohonu letadel. Po objevu tryskového motoru se zcela změnil pohled na možnosti letecké dopravy. Dnes již existují první prototypy letadel na elektrický

pohon. Podobným příkladem je i pohon automobilů. Pokud dnes, v roce 2017, některá z předních automobilek neinvestuje do vývoje elektrických automobilů, je velice pravděpodobné, že za několik let bude mít vážné problémy s udržení se na trhu.

1.2. Plýtvání

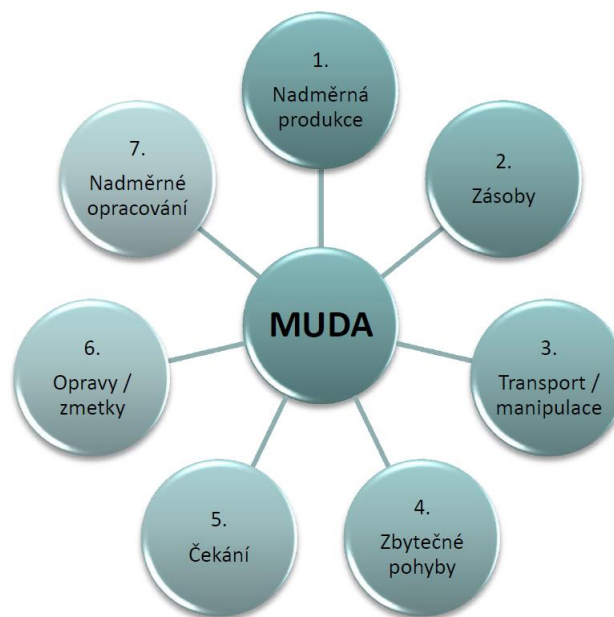
Plýtvání (v japonštině MUDA) je jeden z nejčastějších jevů ve výrobě. Veškeré činnosti, které ve výrobě probíhají, se dají rozdělit na Value Added (například obrábění, řezání, povrchová úprava výrobku, ...), nebo Non Value Addend (například manipulace s výrobky, seřizování strojů, ...). V překladu to znamená činnosti, které přidávají hodnotu nebo které nepřidávají hodnotu. Odhaduje se, že v procesu je pouhých 5 % činností, které přidávají hodnotu.

Jak již bylo naznačeno výše, pro podnik je v dnešní době jedním z nejdůležitějších faktorů čas, za který je schopen uspokojit požadavky zákazníka. Proto je stále důležitější umět definovat plýtvání a dokázat jej odstranit. Pak je podnik schopen lépe a rychleji zareagovat na požadavky zákazníka.

Štíhlá výroba definuje 7+1 druhů plýtvání. Tyto definice se zaměřují především na manuální činnosti, ale berou v potaz i duševní činnosti. Odstraňování plýtvání vede především k vyšší produktivitě.

Klasickým příkladem plýtvání je sedm druhů plýtvání dle Toyota Production System (dále jen TPS):

1. nadvýroba
2. čekání
3. nadbytečná manipulace
4. špatný pracovní postup (metoda)
5. vysoké zásoby
6. zbytečné pohyby
7. chyby pracovníků
- +1 nevyužitá kreativita



Obrázek 7 Sedm druhů plýtvání dle TPS [3]

Nadvýroba – V rámci TPS se začal zdůrazňovat fakt, že nadprodukce je jedním z nejhorších druhů plýtvání, protože podnik vynakládá finanční prostředky navíc za výrobu nadbytečných kusů, opotřebením strojů a zařízení, snižuje se ale i jejich využitelnost jinou výrobou, vyžaduje dodatečné náklady na skladování nadbytečných kusů a často i dodatečnou práci na výrobcích, které nebyly prodány.

Čekání je většinou plýtváním zjevným. Patří sem jakékoliv čekání na cokoliv. Čekání na materiál, čekání na opravu stroje, čekání seřízeného stroje na uvolnění do výroby, čekání na pracovníky atd.

Nadbytečná manipulace a transport (zejména vícenásobný) jsou nejčastějším druhem plýtvání. Příkladem může být cesta materiálu, která vede ze skladu do meziskladu, odtud na pracoviště ve formě polotovaru, zpět do meziskladu, aby potom vedla na jiné pracoviště a odtud opět do skladu jako hotový výrobek atd. Cesta materiálu by měla být co možná nejjednodušší. V tomto případě ze skladu putuje výrobek přímo na první pracoviště, pak na druhé pracoviště a nakonec do skladu.

Špatný pracovní postup může vyvolat potřebu dodatečné práce, nebo spotřeby zdrojů. Jedná se například o dlouhé dráhy nástrojů před začátkem vlastní operace, navrzení špatného materiálu či nevhodnou konstrukci výrobku, nástroje či přípravku.

Vysoké zásoby a jejich udržování je poměrně často diskutovaným problémem. Vedle dodatečných nákladů na jejich skladování mají za následek i zakrývání některých problémů, které se často řeší právě pomocí polštáře zásob, místo toho, aby byly odstraněny. Mezi tyto problémy patří pohodlnost při plánování, dlouhé časy výměn nástrojů, zmetkové výrobky, poruchy strojů apod.

Plýtvání zbytečnými pohyby znamená vykonávání jakýchkoliv pohybů, které nelze označit za „práci zvyšující hodnotu výrobku“. Například zbytečná chůze pro materiál, nebo náradí na špatně uspořádaném pracovišti, nebo pohyb mezi vzdálenými stroji při vícestrojové obsluze.

Chyby pracovníků zvyšují náklady zejména kvůli dodatečným činnostem jako např. vícenásobný transport či manipulace, opakování operace, opakovaná kontrola, uvolnění místa pro vadné produkty, demontáž apod. Výše nákladů se potom zvyšuje s růstem vzdálenosti mezi místem, kde došlo k chybě, a místem, kde byla chyba objevena. V případě, že vadu objeví až koncový zákazník, může dojít až ke stahování všech vadných výrobků z trhu, což může podnik přijít na desítky milionů korun.

K těmto 7 druhům plýtvání definovaných Toyotou se přidává ještě jeden druh, který je nazván nevyužitá kreativita. Je tím myšleno, že proces je možno neustále zlepšovat například metodou Kaizen. Je nutné využít veškerou svoji kreativitu a snažit se změnit i proces, který je prováděn po celou dobu od rozjetí výroby.

1.2.1. Just In Time (JIT)

Metoda Just In Time (v překladu doslova „právě včas“) řeší nejčastější z výše zmíněných plýtvání v podniku, a to nadbytečnou manipulaci.

Filozofie Just In Time (dále jen JIT) začala vznikat po 2. světové válce ve firmě Toyota Motor Company pod vedením, dnes v průmyslu velmi proslaveného, Taiichi Ohno. Tato metodika byla součástí mnohem obsáhlejšího systému řízení známého jako Toyota Production System. Až do roku 1970 bylo JIT využíváno výhradně společností Toyota a jejími dodavateli. Po 2. ropné krizi v roce 1976 mnohé firmy v Japonsku zjistily, že lékem na jejich problémy by mohl být právě JIT. Během několika málo let se pak filozofie řízení JIT prudce rozšířila v japonských výrobních a obchodních firmách. Při její implementaci se mnohé firmy dopustily

stejných chyb, jakých se později dopouštěly firmy zavádějící JIT v Americe a Evropě. Do USA začala tato filozofie řízení pronikat začátkem osmdesátých let minulého století.

V období po druhé světové válce začal pan Taichi Ohno studovat supermarkety, a hlavně chování jejich zákazníků. Předpokládal, že by se struktura řízení supermarketu mohla aplikovat na výrobní proces. V supermarketu si zákazník vybere určitý druh a potřebné množství zboží ze stojanu, uloží ho do nákupního vozíku a zaplatí u pokladny. Poté si odnese nákup domů. Během nakupování a vybírání zboží bere zákazník v potaz počet členů rodiny, kolik je místa v lednici a jaká je záruční doba zboží. Objev pana Ohno spočíval v tom, že by možná tento systém – koupit tolik zboží kolik je potřeba – mohl využít přímo na místě výroby. Z pohledu zákazníka není nutné nakupovat v supermarketu přebytné množství, jde si nakoupit právě tehdy, kdy to potřebuje, a právě takové množství, jaké je potřeba.

„JIT je jedním z mnoha konceptů pro efektivní výrobu, ale zároveň je základem pro mnoho dalších podobných principů, vycházejících z hlavní myšlenky JIT. Koncept JIT má jednoduchý cíl: vyrábět požadované výrobky v požadované kvalitě, množství a čase. Výrobek přitom nemusí být jen hotový finální výrobek, ale i součástka a zákazníkem nemusí být jen kupující, ale také dělník na další operaci prováděné s výrobkem. Systém JIT tedy nemůže být jen záležitostí jednoho podniku a není to jen metoda řízení. Je to nový filozofický přístup k organizaci, plánování a řízení výrobních organizací, zajišťující dlouhodobou ekonomickou prosperitu. Představuje princip tahu (z angl. pull), v němž se vyrábí tolik kolik je nutné, kolik požaduje zákazník a trh.“ [4]

Požadavky na zvládnutí filozofie JIT:

- nulové procento zmetků
- nulové časy na přestavění strojů
- nulové zásoby
- nulové ztráty času při přepravě a manipulaci
- nulové ztráty času při prostojích
- nulové časy dodávky
- výrobní dávka = 1 [5]

Tyto požadavky však v praxi není možné splnit. Podnik se k nim může jen přiblížit. Současné splnění některých požadavků si dokonce odporuje (např. nulové zásoby a nulové časy prostojů). Těmito požadavky se metodika snaží zredukovat všechny činnosti nepřidávající hodnotu výrobku na minimum.

Aby systém JIT fungoval správně, je zapotřebí zapojit do tohoto systému i dodavatele, kteří dodávají podniku materiál, suroviny, součástky a pomocné látky včas, v požadovaném množství a kvalitě. JIT představuje základní stavební kámen při přeměně podniku na trhově orientovaný logistický systém. Zároveň minimalizuje ztráty v průběhu celého výrobního procesu, od nákupu materiálu a polotovarů, až po distribuci hotových výrobků. Výroba s využitím JIT znamená též vyrábět určitý typ výrobku v požadovaném čase, při zajištění co nejvyšší kvality tak, aby bylo možné odstranit důvody, pro které musí být udržovány přebytné zásoby.

Jednou z nevýhod této strategie a zejména její aplikace na dodavatele a subdodavatele podniku je velká zodpovědnost těchto dodavatelů za včasné dodání dílů. Například automobilka Škoda v Mladé Boleslavi zaimplementovala JIT do takové míry, že nemá ve výrobní hale, ani v přilehlých skladech žádné větší zásoby materiálů a dílů potřebných pro montáž. Vždy má

k dispozici jen tolik, kolik je potřeba pro následujících několik málo hodin výroby. Se svými dodavateli má pak uzavřenou smlouvu, ve které se dodavatel zavazuje dodat potřebné součástky a materiál včas, v potřebné kvalitě a množství. Pokud se dodavatel zdrží a automobilka je donucena výrobní linku zastavit, šplhá se pokuta pro dodavatele do desítek tisíc eur za každých 20 minut, po které linka neprodukuje. To samozřejmě vyvolává velký tlak na dodavatele, protože jedno větší zdržení může vyvolat pokutu jdoucí do milionů korun, což může některé menší podniky přivést až k bankrotu.

Implementace JIT má rovněž přínos pro zaměstnance podniku, a to především proto, že podporuje bezpečnost práce zvýšením podnikové odpovědnosti. Další přínos pro zaměstnance je možné spatřovat v tom, že denní výroba se stává rovnoměrnější tím, že:

- Odstraňuje přílišné hromadění meziproductů
- Omezuje dopravu a nutnou obsluhu meziproductů
- Urychluje přestavení strojů
- Řeší problémy zmetků a problémy strojů, které způsobují zpoždění

V průběhu implementace JIT se může společnosti stát, že její zaměstnanci budou nuceni naučit se provádět i jiné operace než jen ty, které potřebují na svém pracovišti, aby byli schopni nahradit i jiného pracovníka, případně obsluhovat několik různých zařízení za sebou. Tím se zvyšuje jejich dovednost a flexibilita a mohou si tak postupně změnit svůj názor o svém postavení v podniku. Je důležité si také uvědomit, že čím více si zaměstnanci zvýší své vědomosti a participují na transformaci JIT, tím se stávají pro podnik více zaměstnatelnými nebo zaměstnatelnými pro každý jiný podnik, který chce patřit mezi špičkové podniky. Proto je důležité tyto klíčové zaměstnance motivovat a udržet si je tak v podniku

1.2.2.5S

Přístup Just In Time nemůže být úspěšný na neorganizovaném, zanedbaném a neuklizeném pracovišti. Špatné podmínky na pracovišti umožňují rozvoj všech druhů plýtvání, např. nadbytečné pohyby kvůli vyhnutí se překážce, časové ztráty při hledání potřebných součástek či náradí, zpoždění z důvodů poruch kvality, poruch zařízení, nebo nehod. Vytvoření dobrých pracovních podmínek je výchozím krokem každého vylepšujícího programu podniku. Řada podniků používá ke zlepšení a standardizaci podmínek na svých pracovištích systém 5S. Systém 5S je soubor pěti pravidel, která začínají v angličtině na písmeno S:

- Sort (třídění – organizace)
- Set in Order (dát do pořádku)
- Shine (čistota)
- Standardize (standardizace)
- Sustain (udržování)

Sort – Třídění

Obvykle vše začíná tím, že se prozkoumají veškeré položky na pracovišti a identifikují se. Ty, které nejsou na pracovišti potřebné, se odstraní. Je možné použít například techniku „Červené visačky“ (z angl. Red Tagging). Ke všem jednotlivým položkám se upevní štítek (červená visačka). Pokud pracovník s položkou či nástrojem nebo i strojem potřebuje pracovat, visačku odstraní. Po stanovené době provozu pracoviště se veškeré nástroje a položky, na kterých je stále visačka, uloží do skladu. Pokud je v následujícím období přece jen potřeba s nástrojem pracovat, vyzvedne si jej pracovník ze skladu, kam jej však po použití zase vrátí. Takto se ve

skladu najednou nachází položky a nástroje se štítkem a bez štítku. Po stanoveném období se opět realizuje převedení nepoužívaných položek do skladu na vyšší hierarchické úrovni. Takto je možné pokračovat v několika krocích a postupně tak redukovat nepotřebné položky na různých úrovních.

Set in order – Dát do pořádku

V následujícím kroku vedoucí pracovníci podniku stanoví vhodné umístění pro každou potřebnou položku. Po přemístění dochází k označení umístění položek například pomocí obvodových čar náradí, nebo pomocí štítků atp. Hlavní myšlenkou je: „Veškeré položky mají své místo a nikde jinde se nesmí vyskytovat.“ Pokud bude tato zásada dodržena, nebudou pracovníci ztrácet čas hledáním nástrojů a položek a dojde ke všeobecné standardizaci pracoviště. Podnik tak ušetří za nadbytečné nástroje a náradí a celý proces výroby se urychlí.

Shine – Čistota

Třetí krok představuje především čistotu na pracovišti, včetně strojů a zařízení. Čištěním se zároveň provádí kontrola a identifikace příznaků problémů, které by mohly vést k nepřesné výrobě (zmetkům), poruchám nebo nehodám. S čistotou pracoviště to je to velice podobné jako s osobní čistotou. Nedostatečná hygiena může být příčinou celé řady onemocnění. Podobně i nečistota na pracovišti může vyvolávat celou řadu poruch a odstávek, a dokonce může ohrozit zdraví a bezpečnost pracovníků.

Standardize – Standardizace

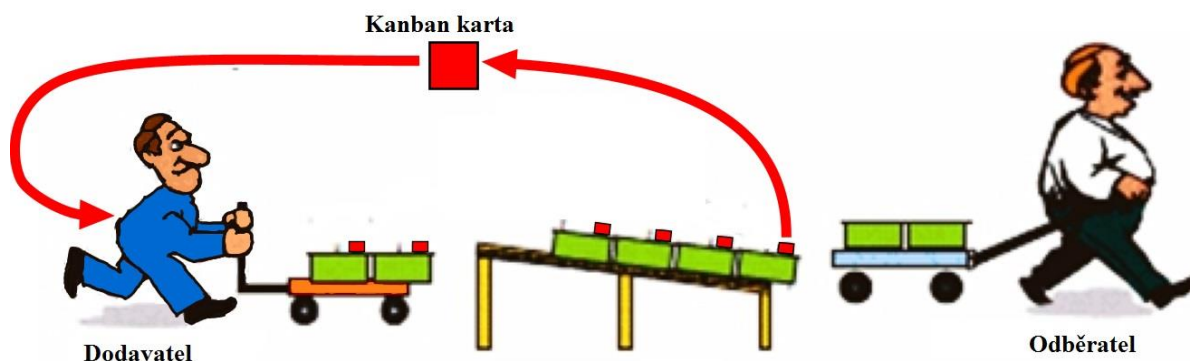
Ve čtvrtém S si lidé stanoví nové, vylepšené podmínky jako pracovní standard. Pokud by byly brány předchozí S jako nárazové činnosti, bude nutné se k nim neustále vracet. Bude to stát velké úsilí a námahu a také to bude finančně náročné. Je proto nutné tyto činnosti převzít jako standardy pracoviště a také k nim tak přistupovat. V této fázi se přijímá metoda vizuálního řízení, aby se zajistilo, že každý na pracovišti novým standardům rozumí a bude je dodržovat.

Sustain – Udržování

Poslední princip 5S zavádí procvičování a komunikaci k udržování a monitorování zlepšených podmínek a rozšíření aktivit 5S na ostatní oblasti podniku. Zde platí zásada, že pořádek se již pouze udržuje. Bude to méně náročné co do námahy pracovníků i vedení i méně finančně náročné. Dalšími přínosy pak jsou menší ztráty, větší bezpečnost na pracovišti, lepší zdraví pracovníků apod.

1.2.3. Kanban

Současně s technologií JIT bývá často zaváděn i Kanban. Jako většina uvedených metod štíhlosti i metoda Kanban byla vyvinuta v Japonsku ve druhé polovině 20. století. Nejvíce je tato metoda využívána ve strojírenské výrobě a v automobilovém průmyslu. Její použití je nejefektivnější pro opakovanou dodávku stejných dílů odebíraných nejlépe stejnoměrně. Funguje na principu samo řídicích regulačních okruhů, kdy dodavatel s odběratelem (například pracoviště výroby šroubů a pracoviště montáže, kde se tyto šrouby používají) je propojen pomocí tzv. tažného principu (viz. níže). Ve výrobě to pak vypadá tak, že od následujících pracovišť přicházejí kartičky („Kanban“ je v překladu „kartička“), které jsou zároveň pokynem pro spuštění výroby na dané pracovní operaci – viz obrázek 8.



Obrázek 8 Princip kanbanu [vlastní]

Výroba i logistika jsou tak taženy od poslední operace a nikde nevznikají mezi pracovišti meziklady. Kanban často má podobu přepravek na zpracovávané díly a mezi každou operací koluje jen takové množství těchto přepravek, které umožňuje plynulost výroby (někdy stačí jen dvě nebo tři). Odebere-li dělník z jedné takovéto přepravky všechny materiál, předává ji pracovníkovi z předcházející operace, nebo pracovníkovi podnikové logistiky, a přepravka se může znovu naplňovat. Největší předností této metody je to, že dodavatel ani odběratel nevytváří téměř žádné zásoby.

Kanban též vrací funkce řízení zpět do dílny, kde je možné přímo na místě přizpůsobit přísun materiálů a zpracování výrobních úloh okamžitým požadavkům. Obejde se tak těžkopádné a někdy nedostatečně pružné centrální plánování a řízení. Vyrábí a přepravuje se jen to, co je požadováno. Zákazníkem je každý následující proces.

Z výše uvedeného je zřejmé, že díky kanbanu jsou zajištěny všechny tři principy JIT. Předchozí pracoviště vyrobí potřebný díl (podle informace na kanbanu) přesně tehdy, kdy je potřeba, a jen v potřebném počtu (protože počet karet, nebo přepravek v oběhu je omezený). Tento systém se nejvíce používá ve strojírenské výrobě a obzvláště pak v automobilovém průmyslu (ve velkosériové výrobě s ustáleným prodejem). Kanban vychází z následujících principů:

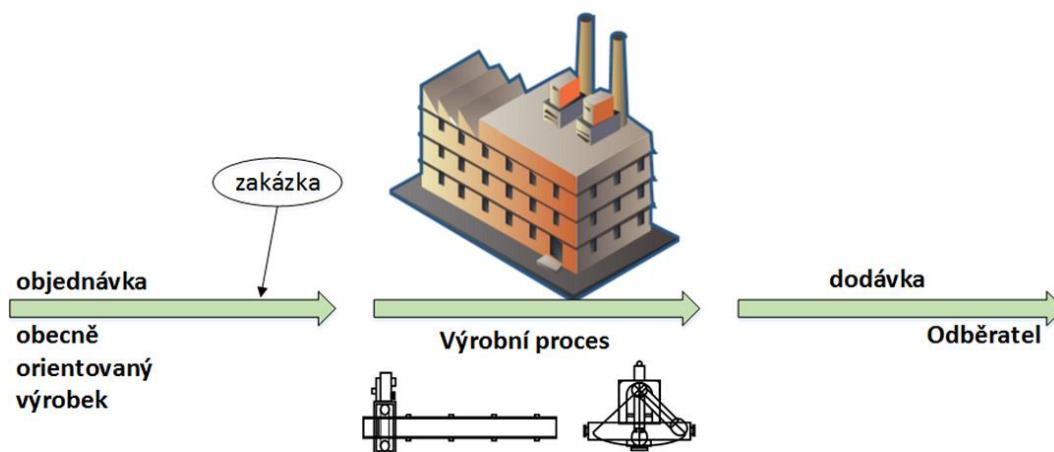
- Dodavatel ručí za kvalitu a odběratel má povinnost vždy objednávku převzít.
- Kapacity dodavatele a odběratele jsou vyvážené a jejich činnosti jsou synchronizované.
- Spotřeba materiálu je rovnoměrná (bez větších výkyvů a sortimentních změn).
- Dodavatel ani odběratel nesmí vytvářet žádné zásoby.
- Fungují zde tzv. samořídící regulační okruhy, které tvoří dvojice článků (dodávající a odebírající) vzájemně propojené na základě tažného principu (viz následující kapitola)
- Objednací množství zde je obsah jednoho, nebo více přepravních prostředků, naplněných vždy konstantním množstvím materiálu.

1.3. Princip tahu a tlaku

Výše bylo zmíněno, že metoda Kanban stejně jako princip řízení Just In Time pracuje na principu tahu. Tato kapitola vysvětlí, co to tahový princip výroby je a porovná ho s principem tlaku.

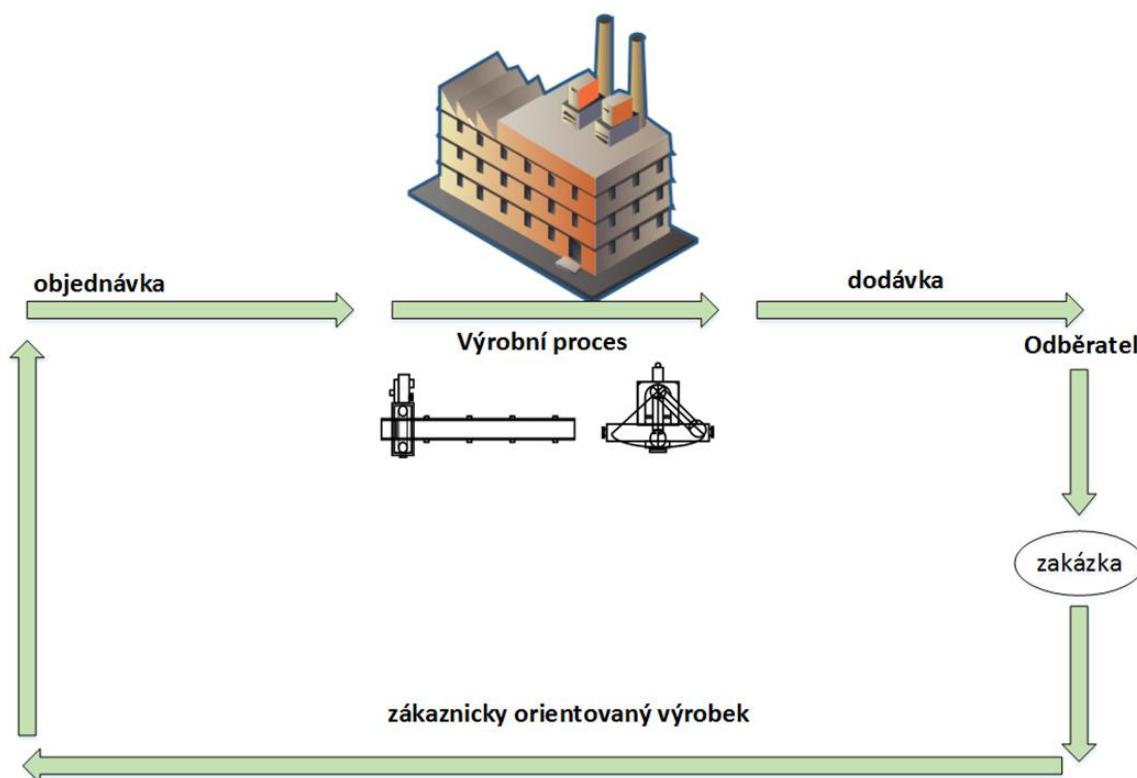
Obecně vzato je tlakový princip výroby zejména otázkou historie, kdy byla po výrobcích velká poptávka a podniky vyráběly výrobky s vědomím že vše, co vyrobí, se prodá, protože je zboží na trhu nedostatek. Tento tlakový princip je zachycen na obrázku 9. Podnik se téměř nemusí starat o potřeby zákazníka – výrobek k němu „dotlačí“. I dnes jsou ještě podniky fungující více

či méně na principu tlaku. Jsou to zejména podniky s vysokou prestiží, které vyrábějí módní výrobky zejména v textilním průmyslu.



Obrázek 9 Princip tlaku [6]

Naproti tomu podniky, které mají velkou konkurenci, musí svůj výrobek co nejvíce přizpůsobovat potřebám a přáním zákazníků. V nejlepším případě pak podnik umožňuje zákazníkovi, aby si sám sestavil výrobek z nabízených katalogových součástí a modulů tak, aby mu co nejvíce vyhovoval. Tím si vlastně „vytáhne“ požadovaný výrobek z výrobní linky – viz Obrázek 10.



Obrázek 10 Princip tahu [6]

Výše byl vysvětlen princip tahu a tlaku na závislosti mezi podnikem a zákazníkem. Nyní bude vysvětlen princip tahové a tlakové výroby ve vztahu mezi jednotlivými pracovišti.

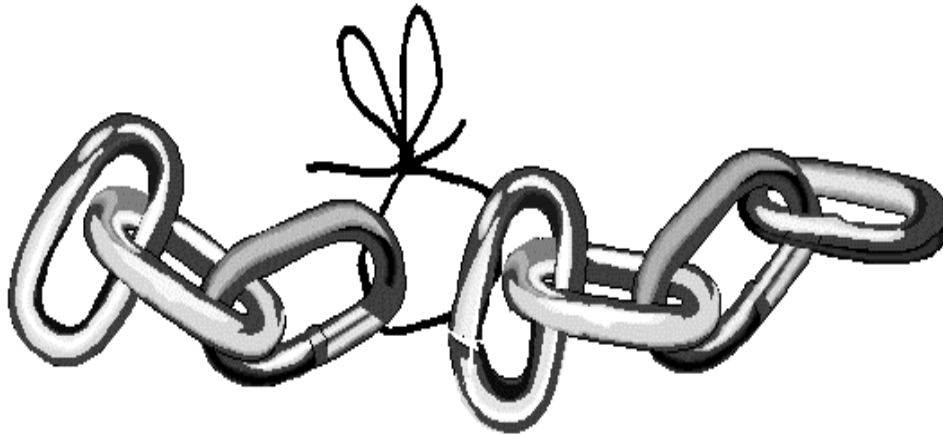
Princip tahu je zároveň jeden z pěti hlavních principů štlé výroby. Systém tahu je opakem tlaku, který nastává, pokud jsou v procesu stroje s různou kapacitou a před některými pracovišti

se hromadí zásoby, protože kapacita předcházejícího místa byla větší než kapacita toho následujícího. Vyrobené množství tak tlačí na takzvané úzké místo, které se nachází před ním.

Systém tahu je založen na myšlence, že by se měla spouštět výroba na zařízení teprve ve chvíli, kdy následující pracoviště zašle informaci o volné kapacitě pro výrobu. Snahou v procesech řízených tahem bývá rozdělit pracovní operace časově tak, aby byly rovnoměrně vyvážené (vybalancované) a nikde se nehromadily rozpracované kusy ve větší míře, než je vypočítaná optimální dávka. Vzniká tak plynulý tok ve výrobním procesu.

1.4.TOC – teorie omezení

Výše bylo zmíněno, že princip tlaku tlačí výrobu skrz podnik a pokud tento tlak narazí na úzké místo (pracoviště, stroj, pracovníka) rozpracovaná výroba se před tímto omezením jednoduše hromadí. Pokud je v podniku zaveden systém tahu (například pomocí již zmíněných kanbanových karet) výroba se před tímto úzkým místem sice nehromadí, ale i tak podnik jako celek nevyprodukuje víc, než kolik zvládne vyprodukovat jeho nejužší místo. Pokud by byl podnik přirovnán k řetězu a jednotlivá pracoviště k jeho článkům, bude celý řetěz silný pouze tak, jako jeho nejslabší článek (nejméně produktivní pracoviště) – viz obrázek 11.



Obrázek 11 Řetěz a jeho nejslabší článek [2]

Teorie omezení funguje velmi efektivně zejména proto, že se najednou nezaměřuje na zlepšování celého podniku, ale jen na místo, které podnik nejvíce „brzdí“, tj. na úzké místo. Úsilí o zlepšení se tedy nerozštěňuje do mnoha směrů, ale je zacíleno pouze tam, kde je nejúčinnější. Aby bylo možné zacílit přesně na nejužší místo, doporučuje se postupovat podle níže vypsanych pěti kroků:

1. Identifikace systémového omezení.
2. Maximální využití zjištěného omezení.
3. Podřízení všeho v systému tomuto omezení.
4. Odstranění systémového omezení.
5. Návrat k prvnímu kroku.

Identifikace systémového omezení

Zkoumaný proces se podrobí důkladnému rozboru, ze kterého vyplyne jeden nejpomalejší sub-proces, který určuje tempo celého systému. Dojde tak k identifikaci zdroje problému, který zabraňuje zvýšení výkonu celého procesu (například výroby). V systému bývá jen malé

množství těchto omezení, nicméně k nalezení všech je nutné vědět, jaké jsou jednotlivé typy těchto omezení a kde se mohou nacházet.

Základní rozdělení systémových omezení jsou dvě:

- 1) Omezení vůči hranicím systému – mohou být interní či externí. Interní omezení jsou lépe kontrolovatelné, a tudíž jsou při odstraňování upřednostňovány. Příkladem interního omezení je stroj, pracovník, oddělení, nebo i kapitálové možnosti podniku. Externím omezením je pak myšleno jakékoliv ovlivnění výkonu, které přichází z okolí podniku, například trh, dodavatelé či legislativa.
- 2) Fyzická realita omezení – toto omezení se dělí na fyzické a nefyzické. Omezení prvního typu jsou mnohem lépe identifikovatelné a také odstranitelné. Příkladem mohou být opět stroje, nástroje či materiálové zdroje. Nefyzická omezení, která mívají celkový dopad na systém mnohonásobně větší, se odstraňují hůře. Ať už z důvodu nesnadné identifikace, nebo z důvodu odporu zainteresovaných stran. Jedná se totiž zejména o špatnou podnikovou politiku, nevhodně definované procesy, ale také nepsané zvyklosti a kulturní aspekty.

Pro snadnější identifikaci konkrétních omezení se toto obecné rozdělení dále zužuje na sedm následujících kategorií:

- 1) Trh – Poptávka bývá v dnešní turbulentní ekonomice jedním z nejčastějších typů omezení. Kdykoli je poptávka menší než výrobní kapacita podniku, stává se trh omezením pro podnik.
- 2) Zdroje – Jako zdroje je možné uvést jak vybavení či stroje, tak i zaměstnance. Pokud je zdroj přetěžován, tj. pokud je jeho výrobní kapacita menší, než jsou nároky na něj kladené, stává se omezením.
- 3) Materiál – Jedná se o suroviny a zásoby používané při výrobě. Pokud podnik trpí nedostatkem materiálu, nebo materiál není dostatečně kvalitní, stává se z něj omezení podniku.
- 4) Dodavatelé – Jsou-li dodavatelé nespolehliví, nebo jsou jejich dodací lhůty příliš dlouhé a nevyhovují tak tržním požadavkům, jedná se o aktivní omezení.
- 5) Kapitál – Finanční omezení nastává tehdy, potýká-li se podnik s problémem nedostatku finančního krytí, tedy s nedostatečným cash-flow. Nejedná se o rozpočtové omezení, ale o skutečnost, že je podnik z jedné strany omezen platbami svých odběratelů a splatnými závazky na straně druhé – dodavatelské.
- 6) Znalosti – Pokud se podnik dostane do situace, kdy mu jeho znalosti a kvalifikace zabraňují dosáhnout dalšího úspěchu na trhu, jedná se o znalostní omezení.
- 7) Firemní politika – Do této kategorie spadají již u nefyzických omezení zmíněné kulturní zvyklosti, nevhodná firemní politika, dokumenty, pravidla (i ta nepsaná), případně jakékoli normy, které brání ve zvýšení výkonu organizace.

Maximální využití zjištěného omezení

Hodina ztráty v úzkém místě je hodina ztráty celého systému, proto je v dalším kroku nutné nalézt taková opatření, která povedou k maximálnímu využití kapacity daného zdroje, aniž by došlo k jeho přetížení. Jinými slovy je třeba se zaměřit na to, aby na daném pracovišti, případně při používání daného stroje nedocházelo k žádnému plýtvání. Musí se zamezit nekvalitním vstupujícím dílům a materiálům, častým opravám, nevhodně složeným výrobním plánům atp. Zaměření pozornosti pouze na tento jeden problematický zdroj často odhalí dodatečné kapacity, aniž by podnik vynaložil jakékoliv finanční prostředky. Zvýšení výkonu se v praxi pohybuje v rozmezí deseti až dvaceti procent a o stejná čísla se pak mění výkon celého podniku.

Může se stát, že tímto krokem se zcela odstraní identifikované omezení. Pokud ano, proces zde končí a management se vrací zpět k prvnímu bodu, tj. k hledání dalšího, nově vzniklého, nejužšího místa.

Podřízení všeho v systému tomuto omezení

Tento krok bývá jedním z nejtěžších v celém procesu zlepšování. Vše v systému se totiž musí podřídit právě tomuto jednomu omezujícímu zdroji, to znamená, že k tomuto zdroji se musí upřít většina pozornosti, i finančních prostředků. V praxi je právě tento krok často většinou řídicích pracovníků shledáván nesmyslným, protože to znamená odklon od dosavadních norem efektivity.

Příkladem může být využívání ostatních strojů či pracovišť v mnohem menší míře proto, aby se úzké místo nezahlcovalo a nevznikala před ním zásoba rozpracované výroby. Tyto opatření se pak negativně odráží na ukazatelích výkonu jednotlivých prvků v systému, a to se samozřejmě nelíbí pracovníkům zodpovědným za tyto pracoviště. Vedení podniku proto musí zajistit, aby byla filozofie TOC a její metody dobře známy všem zainteresovaným jedincům.

Odstranění systémového omezení

Pokud se v předchozích krocích nepodařilo omezení systému odstranit, je téměř jisté, že systém v daném stavu pracuje maximálním možným výkonem. Nastává další fáze, ve které potřebuje omezený zdroj většinou větší množství peněz, věnovaného úsilí a také času. Typickým příkladem odstranění omezení v této fázi je zavedení další směny na pracovišti, zaměstnání více lidí, případně investice do dalšího zařízení. V případě omezení externího (trhem), je to investice do nové marketingové strategie atp.

Návrat k prvnímu kroku

Na konci čtvrtého kroku došlo ke zlepšení situace kritického zdroje. Stav celého podniku se zlepšuje a celkový výkon narůstá. Někde jinde v systému se však objevuje nové místo, nový zdroj, který se stal zdrojem omezujícím celý podnik (úzkým místem). Celý proces se vrací zpět na začátek a principem pěti kroků se odstraňuje další omezení. Tím se podnik dostává do stavu neustálého zlepšování.

1.4.1. Časové snímky

Pokud je v podniku snaha o plynulý tahový systém výroby, jsou časové snímky jednou z možností, jak odhalit úzká místa v řetězci operací, nevytížená, nebo naopak přetížená pracoviště, ale i špatně zásobená, nebo poruchová pracoviště. Snímek pracovního dne patří mezi metody nepřetržitého studia spotřeby času. Jejich pomocí se zjišťuje skutečná spotřeba času pracovníka. Snímkem pracovního dne se rozumí metoda nepřetržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka nebo skupiny pracovníků během celé směny. Jedná se do značné míry o univerzální metodu, kterou je možné, po jisté úpravě, použít pro zkoumání spotřeby času výrobního, administrativního i řídicího pracovníka.

1.4.1.1. Snímky operace

Snímky operace slouží pro přímé a nepřetržité sledování časové náročnosti jednotlivých operací. Z těchto snímků se pak vychází při stanovení norem spotřeby práce a pro racionalizaci pracovního postupu. Každé provádění snímků operace má následující 3 základní fáze:

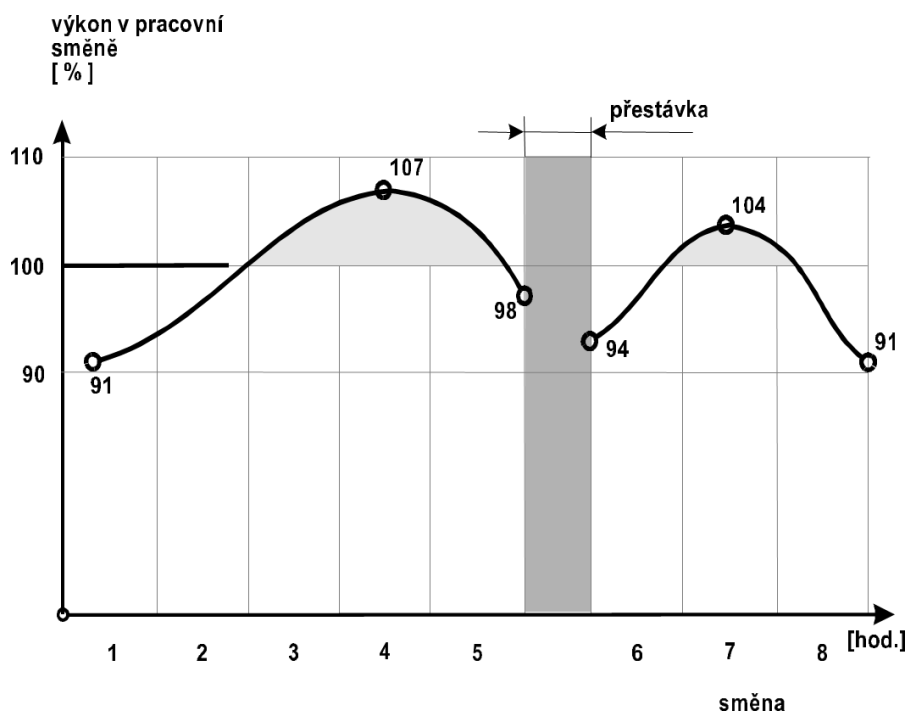
1) Příprava

Prvním krokem je vždy výběr vhodného pracovníka, u kterého se bude provádět měření. Pracovník musí být vhodně kvalifikovaný, aby byl schopný plnit svoji práci ve všech ohledech a nic nezanedbával. Také by měl být dostatečně zapracovaný, aby tempo jeho práce nebylo nižší pouze kvůli tomu, že pracovní činnost vykonává krátkou dobu. Pracovat musí dle pracovního postupu a nesmí porušovat technologickou kázeň ani předpisy o hygieně a bezpečnosti práce. Pokud by pracovník vynechával část své práce z důvodu nedbalosti nebo nevědomosti, a podle tohoto měření by pak byla stanovena norma, všichni pracovníci na tomto pracovišti by byli nuceni tento postup porušovat, nebo by pracovali pomaleji, než určuje vypočtená norma. Obojí by z dlouhodobého hlediska mohlo vést k vyšší zmetkovitosti.

Dále je nutné provést seznámení s pracovištěm a organizací pracoviště, osobními a pracovními daty sledovaného pracovníka a dalšími náležitostmi, které se zapisují do záznamových formulářů.

V neposlední řadě se stanoví počet náměrů vzhledem k chybám a statistické vypovídavosti. Doporučuje se provádět minimálně 15 náměrů. Maximálně pak 25 náměrů.

Náměry se doporučuje uskutečňovat v úterý, ve středu, nebo ve čtvrtek, v nejobsazenější směně a mezi 2. a 4. hodinou pracovní směny. V této době je pracovník nejvýkonnější, což popisuje i následující výkonnostní křivka.



Obrázek 12 výkon v pracovní směně [7]

2) Pozorování a měření

Ve druhé fázi se provádí přímé pozorování a měření časů. V případě plynulé chronometráže se může předem zapsat přesný sled úkonů, které se budou měřit. Následně se pak už jen zachycují příčiny mimořádných odchylek naměřených časů a provádí se záznam naměřených časů.

3) Vyhodnocení

V poslední fázi se provádí vyloučení ovlivněných časů (například při poruše stroje, nebo chybě pracovníka z důvodu nervozity) a výpočet průměrných hodnot jednotlivých časů. Z průměrných hodnot je pak vypočtena hodinová norma, která ovšem ještě musí být ponížena koeficientem 0,05 – 0,15 (v automobilu se používá nejčastěji koeficient 0,08), který zabezpečuje pracovníkům čas pro fyziologické potřeby jako je toaleta, pití, protažení se atd.

Pokud se těmto náměrům podrobí celá výrobní linka, je vhodné časy jednotlivých pracovišť, nebo pracovních operací mezi sebou porovnat. Pokud se jednotlivé časy mezi sebou výrazně liší, je vhodné provést tzv. balancování linky. Tomuto tématu je věnována samostatná kapitola níže.

Druhy snímků operace

Chronometráž (pro cyklické operace)

- Plynulá – Nepřetržitě se pozorují pravidelně se opakující úseky operací a měří se délka jejich trvání. Zjišťuje se spotřeba času na jednotlivé úseky i na celou operaci.
- Výběrová – zjišťuje se čas na předem vybrané části operace (úseky nebo úkony).

Snímková chronometráž

- Kombinuje snímek pracovního dne (stejný způsob záznamu a měření) a chronometráž (využívá stejnou metodu vyhodnocení).
- Tímto druhem snímkování se měří operace s nepravidelným cyklem a nepředvídaným průběhem.

Charakteristické pro kusovou a malosériovou výrobu.

1.4.1.2. Snímky pracovního dne

Snímky pracovního dne slouží pro nepřerušené pozorování veškeré spotřeby pracovního času pracovníkem ve směně. Tímto způsobem měření se získávají podrobné údaje o průběhu práce, jako například jak často a na jak dlouho je výrobní proces přerušován a čím je to způsobeno, nebo jak často je pracovník nucen odejít ze svého stanoviště pro materiál, polotovary či nářadí a jak dlouho je mimo své pracoviště. Hlavní nevýhodou tohoto měření je časová náročnost a pracnost při vyhodnocování. Každé provádění snímků pracovního dne má 4 základní fáze, které jsou představeny níže na příkladu snímku pracovního dne jednotlivce. Druhů snímků pracovního dne je více a budou představeny a popsány na konci kapitoly.

1) Příprava

Opět zde dochází k výběru pracovníka, který by měl splňovat stejné předpoklady jako v případě snímků operace. Poté je nutné seznámit se s pracovní náplní daného pracovníka. Jinou náplň bude mít pracovník na montáži a jinou jeho kolega obsluhující vysokozdvizný vozík. Při seznamování se s procesem je také vhodné poznamenat si nejčastěji vykonávané činnosti (montáž, manipulace s materiálem, manipulace s hotovými výrobky apod.) a přiřadit jim zkratky. Velice se tak usnadní zapisování jednotlivých časů v pozdějším měření.

2) Pozorování a měření

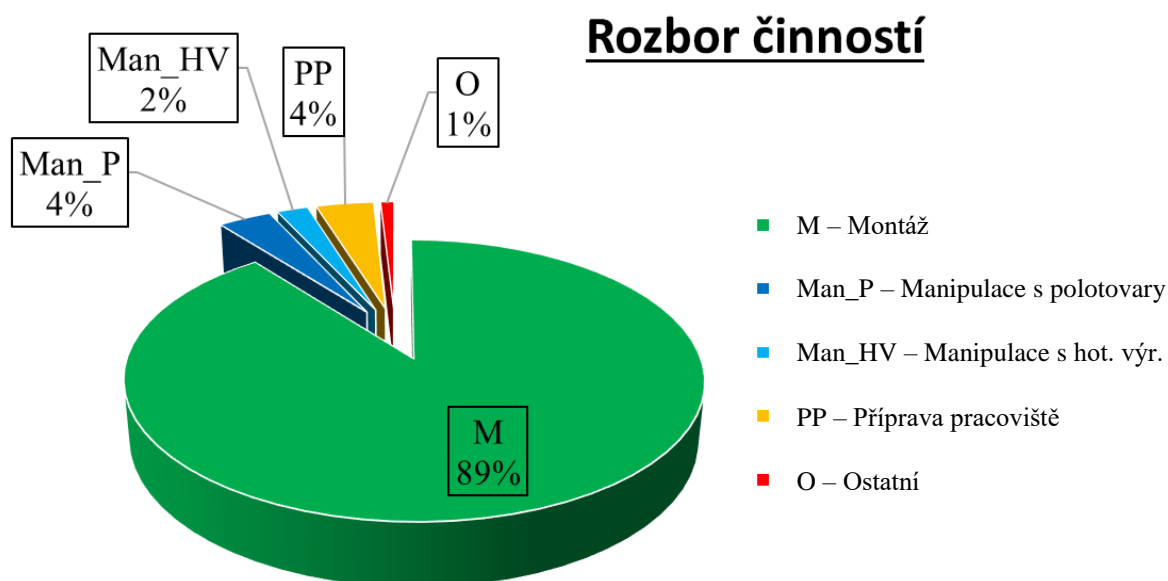
Ve druhé fázi se provádí přímé pozorování a měření časů. Ke každé činnosti vykonávané pracovníkem se musí přiřadit doba, po kterou byla činnost vykonávána. Nejčastěji pak zápis vypadá podobně, jako je naznačeno v tabulce 1. Uvádí se popis činnosti a čas začátku a konce činnosti. V případech, kdy není zcela jasné, o jakou činnost jde, se vyplní i poznámka. Ručně, nebo pomocí výpočetní techniky se pak dopočítá doba činnosti.

Tabulka 1 Příklad záznamu snímku pracovního dne jednotlivce [vlastní]

Číslo činnosti	Popis činnosti	Čas začátku činnosti	Čas konce činnosti	Doba činnosti	Poznámky
1	Montáž	8:00:00	8:06:26	0:06:26	
2	Manipulace	8:06:26	8:06:36	0:00:10	
3	Montáž	8:06:36	8:10:41	0:04:05	
4	Ostatní	8:10:41	8:15:50	0:05:09	Toaleta
5	Měření	8:15:50	8:23:13	0:07:23	
...	

3) Vyhodnocení

Ve třetí fázi se provádí výpočet jednotlivých časů, případně výpočet příslušných ukazatelů vytíženosti. Na obrázku níže je uveden příklad rozboru jednotlivých druhů časů vyskytujících se v průběhu směny.



Obrázek 13 Rozbor činností ve snímku pracovního dne jednotlivce [vlastní]

Na obrázku 13 je znázorněn koláčový graf všech činností, které daný pracovník za směnu prováděl. Jedná se vždy o celkový součet trvání jednotlivých operací. Celkem se 89% času z celkového času směny věnoval montáži, 6% času pak zabrala manipulace s polotovary a hotovými výrobky, 4% času připravoval své pracoviště k pracovnímu výkonu a zbylé 1% vychází na ostatní nespecifikované činnosti.

4) Návrh na změny

V této poslední fázi se obvykle provádí srovnání normativů s naměřenými hodnotami a zjišťují příčiny ztrátových časů. Na tyto příčiny pak management zaměřuje svojí pozornost a snaží se je odstranit. Jedná-li se například o úzké místo celého systému, bude snahou minimalizovat časy manipulací pořízením automatického manipulátoru, nebo zaměstnáním druhého pracovníka, jehož primární náplní práce bude již zmíněná manipulace a jako sekundární náplň bude pak nahrazení montážního pracovníka v případě, že potřebuje na toaletu apod.

Druhy snímků pracovního dne

- **Snímek jednotlivce**

Snímek jednotlivce slouží pro podrobný popis všech činností, kterým daný pracovník za směnu věnuje svůj čas. Obvykle se provádí tři až pět snímků, ze kterých se vypočítává průměr.

- **Snímek pracovního dne čety**

Snímek pracovního dne čety se používá pro zjištění spotřeby času pracovníků, kteří vykonávají společnou práci, při níž jednotlivé činnosti pracovníků na sebe navazují.

- **Hromadný snímek pracovního dne**

Hromadný snímek pracovního dne slouží ke zjištění spotřeby času několika pracovníků najednou, z nichž každý vykonává samostatný pracovní úkol. Tento druh snímku je charakteristický snížením nákladů na pozorování, protože jeden pozorovatel zaznamenává činnosti několika pracovníků. Protože se však zaznamenává pouze druh vykonávané činnosti v určitých intervalech, neposkytuje zcela detailní informace o délce jednotlivých časů. Intervaly jsou stanoveny na základě počtu sledovaných pracovníků. Zaznamenává se pouze druh prováděné činnosti, nikoliv doba trvání. Jsou-li například snímání 4 pracovníci, bude stanoveno, že každou minutu se zapíše vykonávaná činnost jednoho pracovníka – viz tabulka 2. Výsledkem tedy bude podobný koláčový graf, stejně jako při snímku jednotlivce, nicméně jeho přesnost bude o poznání menší, protože cokoliv, co pracovník dělal mezi jednotlivými zápisy, není ve snímku zachyceno.

Tabulka 2 Příklad záznamu hromadného snímku pracovního dne [vlastní]

Číslo pracovníka	Čas záznamu	Popis činnosti	Poznámky
1	8:00:00	Příprava	
2	8:01:00	Manipulace	
3	8:02:00	Montáž	
4	8:03:00	Ostatní	Pití
1	8:04:00	Měření	
2	8:05:00	Montáž	
...

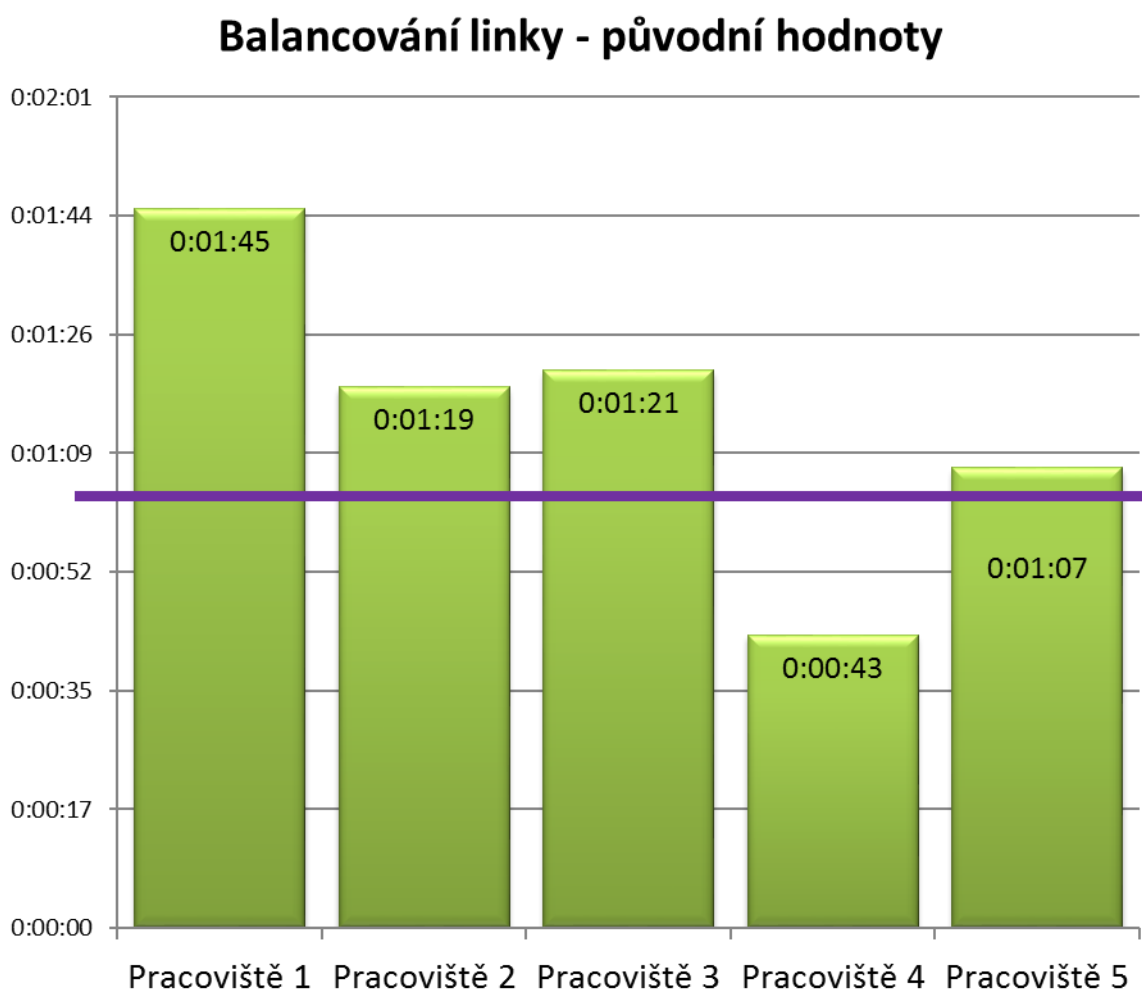
- **Vlastní snímek pracovního dne**

Pozorování provádí na základě předem definovaných činností a pravidel přímo samotný pracovník. Obvykle se zaznamenávají pouze ztrátové časy a jejich příčiny.

Probíhá velký počet snímků současně na všech pracovištích v průběhu stejné směny. Vhodný je zejména pro monitorování činností THP pracovníků.

1.4.2. Balancování výrobní linky

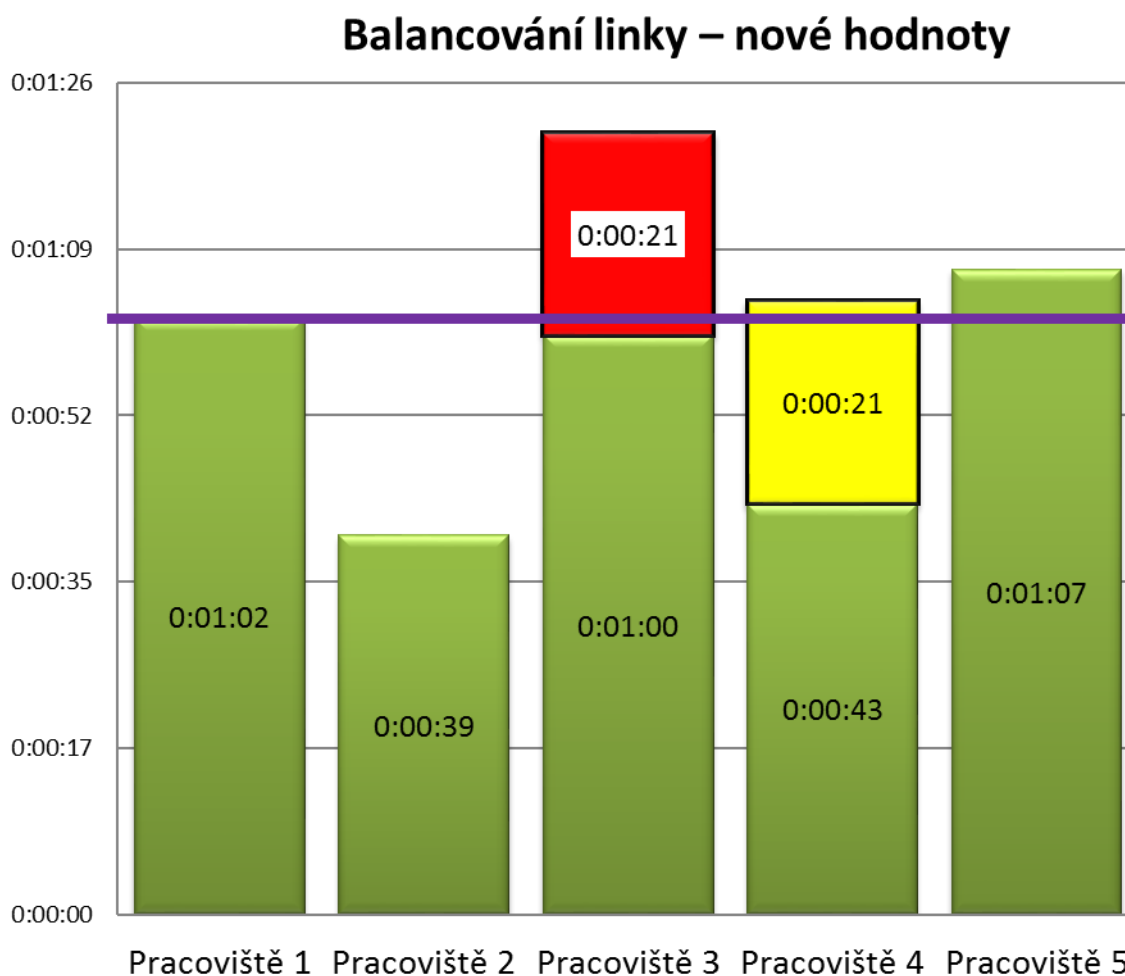
Jak již bylo zmíněno výše, balancování výrobní či montážní linky se často provádí na základě snímků operace na všech pracovištích dané linky. Na obrázku 14 je možné vidět průměrnou dobu montáže jednoho kusu na lince čítající pět na sebe navazujících pracovišť.



Obrázek 14 Balancování linky – původní hodnoty [vlastní]

Z grafu je zřejmé, že pracoviště 1 je úzkým místem celého systému a zdržuje tak všechny pracoviště za sebou, zatímco pracoviště 4 naopak vyrábí až příliš rychle. Fialová vodorovná čára představuje požadovaný takt montážní linky 62 vteřin na kus.

Při balancování linky je nutné přeskupit jednotlivé operace prováděné na výrobku tak, aby časová náročnost operací na každém pracovišti byla co nejvyváženější s ostatními. Odstraní se tak úzká místa a vytvoří se rovnoměrný tok výroby.



Obrázek 15 Balancování linky – hodnoty po vybalancování [vlastní]

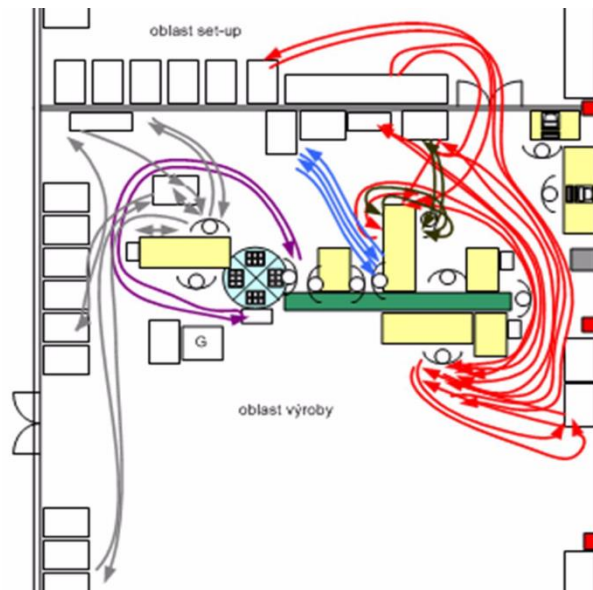
Na obrázku 15 je vidět časová náročnost montáže na jednotlivých pracovištích po vybalancování linky. Bylo zjištěno, že pracoviště 1 bylo omezeno neefektivní prací automatického stroje. Na pracoviště 2 byl přidán druhý stroj, který výrobu urychlil na polovinu předchozího času a z pracoviště 3 bylo část činností přesunuto na pracoviště 4. Díky vybalancování se efektivita celé linky zvýšila o 39% a navíc žádný z pracovníků není přetěžovaný ani nevytěžovaný.

Nejen balancování výrobní linky vede k eliminaci plýtvání a jiných nežádoucích jevů. Důležitost se klade také na synchronizaci aktivit, jež mají přímý vliv na linku (např. příprava předmontáží pro výrobní linku). Linky, které jsou dobře vybalancované a synchronizované s okolím mají rovnoměrný pracovní chod a jsou schopny dosáhnout maximálního využití lidské práce a zařízení, zvýšení produktivity a minimalizaci časových ztrát.

1.4.3. Špagetový diagram

Špagetový diagram se vytváří za účelem vizualizace pohybů zaměstnance během reálného pracovního procesu. Základem je náčrt rozmístění strojů, nástrojů, pomůcek a materiálu na pracovišti, popřípadě ve výrobní hale. Jako podklad je také možné vytisknout layout haly. Pomocí tužky, jejíž čára na layoutu kopíruje cestu pracovníka, zaznamenáváme veškerý pohyb sledovaného objektu. Metodu špagetového diagramu lze využít pro sledování pracovníků,

výrobků, nebo i dokumentů. Výsledkem je pak přeměření, nebo přepočítání délky a četnosti jednotlivých cest objektu. Pozornost je pak nutné zaměřit zejména tam, kde je četnost pohybů nejvyšší. Špagetový diagram je vhodným podkladem pro změny layoutu pracovišť.



Obrázek 16 Příklad špagetového diagramu [7]

2. Charakteristika výrobního systému

V následující kapitole bude představena společnost, ve které byl projekt realizován. Dále pak bude blíže představena i konkrétní montážní linka, na které probíhalo veškeré měření a analýzy.

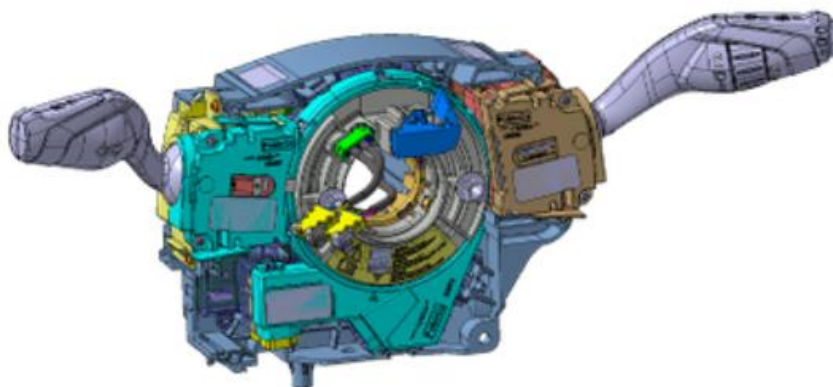
2.1. Představení společnosti KOSTAL CR spol. s r.o.

„KOSTAL je nezávislý rodinný podnik, založený v roce 1912 v německém městě Lüdenscheid. Vedení mezinárodní skupiny dodnes sídlí v tomto městě, kde firmu založil Leopold Kostal (původně Košťál), rodák z Mnichova Hradiště.

Skupina, která v současnosti působí v 20 zemích světa, je zaměřena na vývoj a výrobu elektroniky a elektromechanických komponentů. Mezi zákazníky KOSTAL patří řada významných průmyslových podniků, včetně největších světových automobilek.

Všechny činnosti společnosti KOSTAL jsou zaměřeny na dosahování maximální možné kvality výrobků. Významná pozornost je proto věnována výzkumu a vývoji nových výrobků a jejich důkladnému testování ve všech fázích vývoje i výroby. Klíčovým prvkem úspěchu jsou zaměstnanci firmy, do jejichž tréninku a profesního rozvoje jsou soustavně investovány významné prostředky.“ [4]

Společnost patří mezi přední výrobce elektronických a mechatronických komponentů pro automobilový průmysl. Výrobky dodává do 52 lokalit po celém světě a vyrobí více než 7,5 mil podvolantových modulů za rok.



Obrázek 17 Podvolantový modul SCM Ford V36x [8]

Mezi hlavní odběratele společnosti patří Ford, Audi, Seat, Volkswagen, Mercedes, Škoda, Citroen, Peugeot, Opel, ale například i Lamborghini, Porsche, nebo Bentley.

Politika společnosti se zaměřuje třemi hlavními směry:

Politika Kvality – *Kvalita je základem všech aktivit, realizovaných ve společnosti KOSTAL. Vedení firmy předpokládá, že každý ze zaměstnanců přispěje svým dílem k dosažení požadované kvality a očekávání zákazníků. Politika kvality je pak základem práce každého zaměstnance firmy KOSTAL a je realizována plněním strategických cílů a programů. [4]*

Politika ochrany životního prostředí – *KOSTAL CR, jako součást koncernu Leopold KOSTAL GmbH, vyrábí v úzkém partnerství se svými zákazníky elektrické systémy a komponenty, které pokrývají celý obor elektromechanické, elektronické a mechatronické technologie určené zejména pro automobilový průmysl. Naše společnost si je vědoma toho, že všechny aktivity*

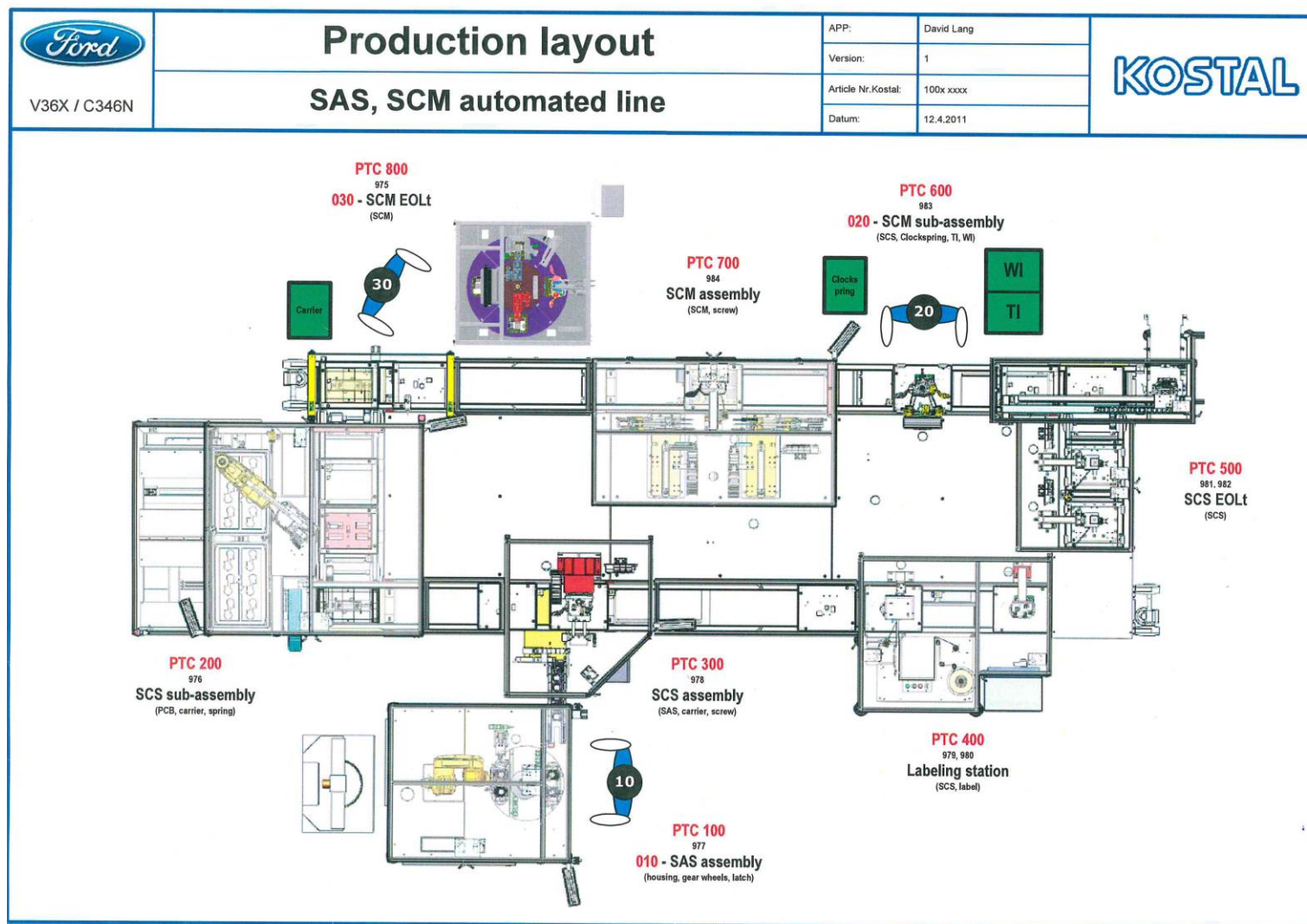
spojené s jakoukoli průmyslovou výrobou mají přímo či nepřímo negativní vliv na kvalitu našeho životního prostředí, které je především prostředím, ve kterém žijeme společně s našimi nejbližšími. KOSTAL CR se proto hlásí k aktivní ochraně životního prostředí. [4]

Politika bezpečnosti a ochrany zdraví při práci – Společnost KOSTAL CR vyrábí v úzkém partnerství se svými zákazníky elektrické systémy a komponenty, určené zejména pro automobilový průmysl. Vedení společnosti si je vědomo toho, že všechny aktivity spojené s touto výrobou mají přímo či nepřímo negativní vliv na vznik nebo existenci různých nebezpečí a z toho vyplývajících rizik pro pracovníky, zúčastněné na realizaci jednotlivých výrobních, aj. procesů, spojených s touto výrobou. [4]

2.2. Montážní linka Ford V36X / C346N

Linka, na které se projekt realizoval, se skládá ze tří manuálních pracovišť, kde pracovníci postupně montují dohromady kompletní podvolantový modul. Prostorové uspořádání linky je zobrazeno níže na obrázku 18. Výrobek jako takový se skládá z desítek součástí. Montážní pracovníci však upevňují jen několik málo z nich. Výraznou část práce zastanou automatizované stroje, které pomáhají i při zkouškách funkčnosti výrobků. O funkčnost strojů a zařízení se stará čtvrtý pracovník – seřizovač. Ten má zároveň na starosti doplňování potřebných dílů, součástek a spojovacího materiálu do automatických strojů.

Podvolantových modulů pro automobilku Ford se vyrábí 47 variant, které se liší zejména v konečné výbavě vozu, do kterého pak budou instalovány (vyhřívání volantu, tempomat, aj.). Změna variant probíhá zhruba 2-5 krát za směnu. Nezávislý pozorovatel by však změnu téměř nezaznamenal – díly vypadají velice podobně a výrobní postup se nemění. Jediná změna nastává u variant s vyhříváním volantu, kde trvá o 20 % déle automatická zkouška funkčnosti.



Obrázek 18 Layout linky Ford V36X / C346N [9]

2.2.1. Pracoviště 010

Pracoviště se nachází na layoutu pod označením 010 – SAS assembly. Jedná se o pracoviště, kde se dohromady za pomoci dvou přípravků umístěných na otočném karuselu a automatizovaného robota skládá pouzdro, ozubená kola a závora (z anglického „Latch“).

Pracovník nejprve založí dvě pouzdra do přípravku. Poté stiskne tlačítko a karusel se otočí o 180°. Zatímco pracovník zakládá další dvě pouzdra do druhé poloviny přípravku, na první polovině je roboticky nanášen tuk do míst, kam po opětovném otočení karuselu pracovník uloží ozubená kola a závora. Přípravek se naposledy otočí, aby bylo možné na ozubená kola nanést další tuk shora. Nakonec pracovník odloží hotový výrobek na pás, ze kterého jej odebírá robot a umístí jej do carrieru z pracoviště 010 – viz Obrázek 19.



Obrázek 20 Pracoviště 010 - pohled zleva [vlastní]



Obrázek 19 Pracoviště 010 - pohled zprava [vlastní]

2.2.2. Pracoviště 020

Pod označením 020 – SCM sub-assembly se na layoutu výrobní linky nachází pracoviště, kde pracovník na carrier, opatřený veškerou elektronikou a mechanickými součástkami, nasazuje poslední tři díly ze sestavy, a to obě páky na ovládání směrových světel a stěračů a tzv. „spiral cassette“, což je součástka, ve které je navinuto dostatečné množství kabelů, aby bylo možné otáčet volantem v plném rozsahu a tyto kabely se nepoškodily.

Pracovník po příjezdu paletky nacvakne tento díl, který má připravený v přepravce, do nosiče, poté si připraví z dalších přepravek levou a pravou páku a nasune je na příslušné místo v nosiči. Tyto páky jsou přepravovány ve speciálních síťkových obalech, které pracovník musí po ukončení montáže odebrat. Zároveň také připraví nový nosič na paletku vedle hotového podvolantového modulu – viz kapitola 2.2.3 Pracoviště 030.



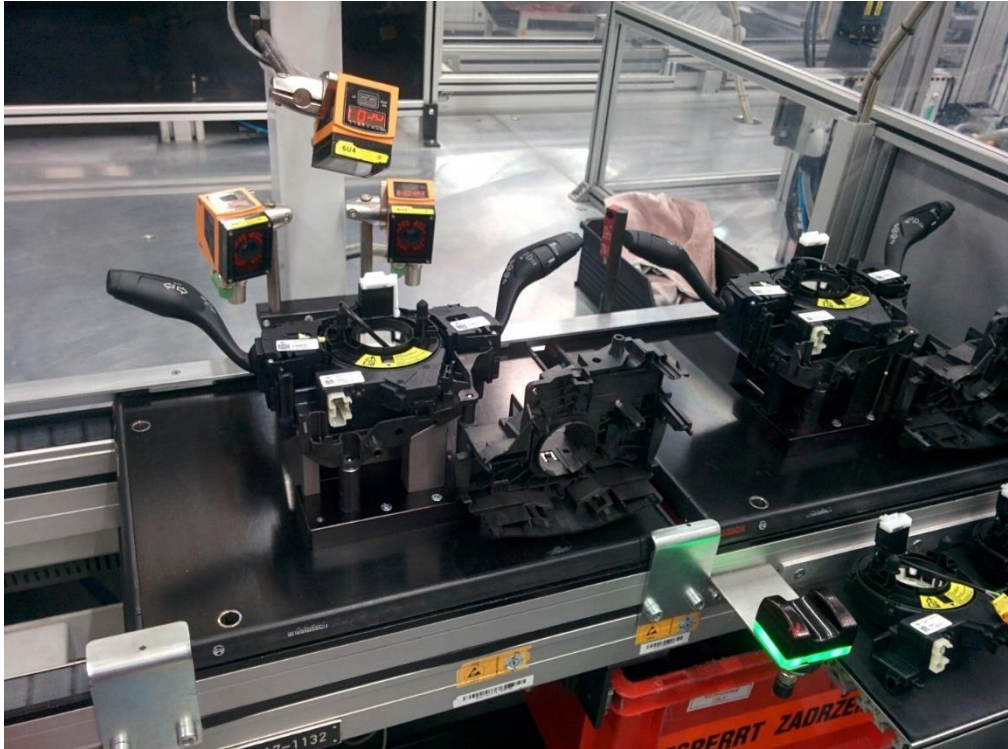
Obrázek 21 Pracoviště 020 [vlastní]

2.2.3. Pracoviště 030

Pracoviště, na layoutu označené kódem 030 – SCM EOLt, je prostorově velice omezeno, má ve svém bezprostředním okolí jen malé množství odkládacích ploch, na kterých by mohly ležet palety se součástkami. Z tohoto důvodu přichází první část podvolantového modulu zvaná carrier z pracoviště 020 položen vedle jiného, již složeného výrobku. Pracovník vezme tento díl a založí jej do „paletky“, což je deska o rozměrech cca 200x300 mm, na které výrobek putuje od jednoho pracoviště ke druhému a postupně nabývá své finální podoby – viz obrázek 23. Hotový výrobek pracovník musí vizuálně zkontrolovat, usadit do zkušebního přístroje a zkontrolovat funkci obou pák – pro ovládání směrových světel i pro ovládání stěračů. Karuselová zkušebna je zobrazena na obrázku 22.



Obrázek 22 Pracoviště 030 - Automatická zkušebna [vlastní]



Obrázek 23 Podvolantový modul na "paletce" [vlastní]

Bezvadný výrobek pak zakládá do přepravky, do které se dá naskládat 9 modulů. Plnou přepravku uzavře a označí etiketou – viz. Obrázek 24.



Obrázek 24 Přepravka s hotovými díly [vlastní]

3. Analýza současného stavu

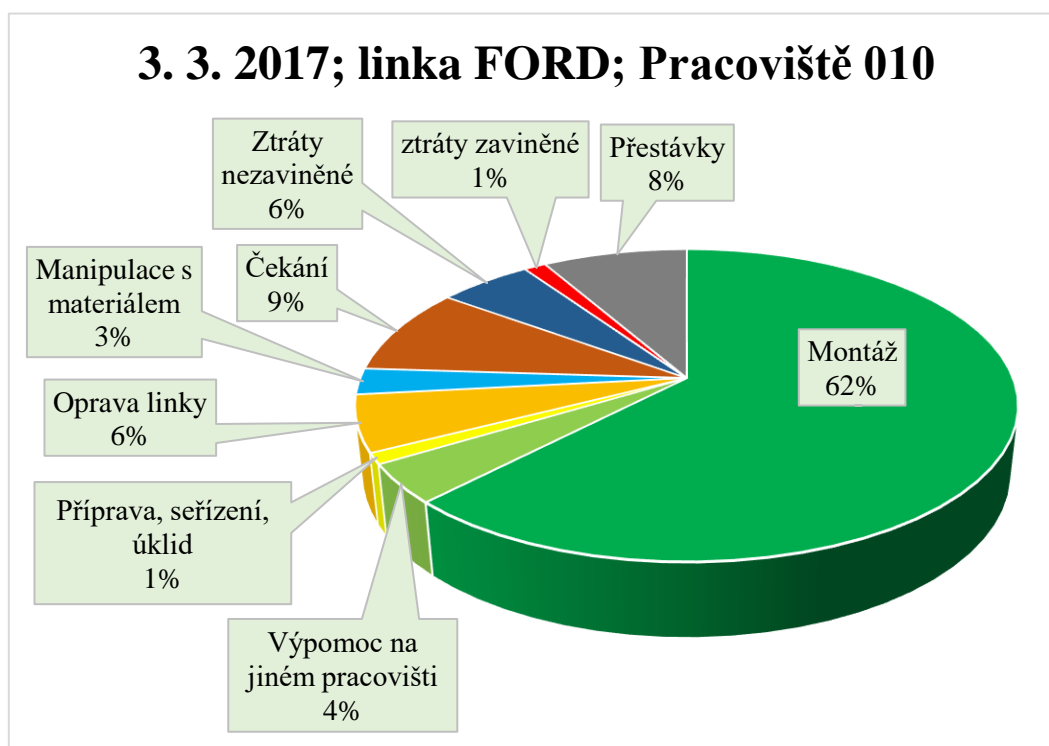
Ze zadání projektu je zřejmé, že je nejprve nutné zjistit současný stav výrobní linky, na které bude provedena racionalizace. Ke zjištění skutečných výrobních časů a případných ztrátových časů se využilo snímků pracovního dne jednotlivých pracovníků. Společně s tím byl proveden záznam pohybu pracovníků po okolí jejich pracoviště pomocí spaghetti diagramu. Dále pak byl pomocí videozáznamu proveden rozbor jednotlivých pracovních operací na všech manuálních pracovištích za účelem vybalancování výrobní linky.

3.1. Snímky pracovních dní

Snímky byly zaznamenávány vždy na ranní směně po dobu osmi hodin. Účelem bylo zejména zjistit, jaké časové úseky ze snímaných osmi hodin zabírá samotná montáž podvolantových modulů, kolik zabírají pracovní činnosti nutné k chodu linky, ale nepřidávají výrobku hodnotu a v neposlední řadě také jak často a jak dlouho linka nevyrobí a z jakých důvodů.

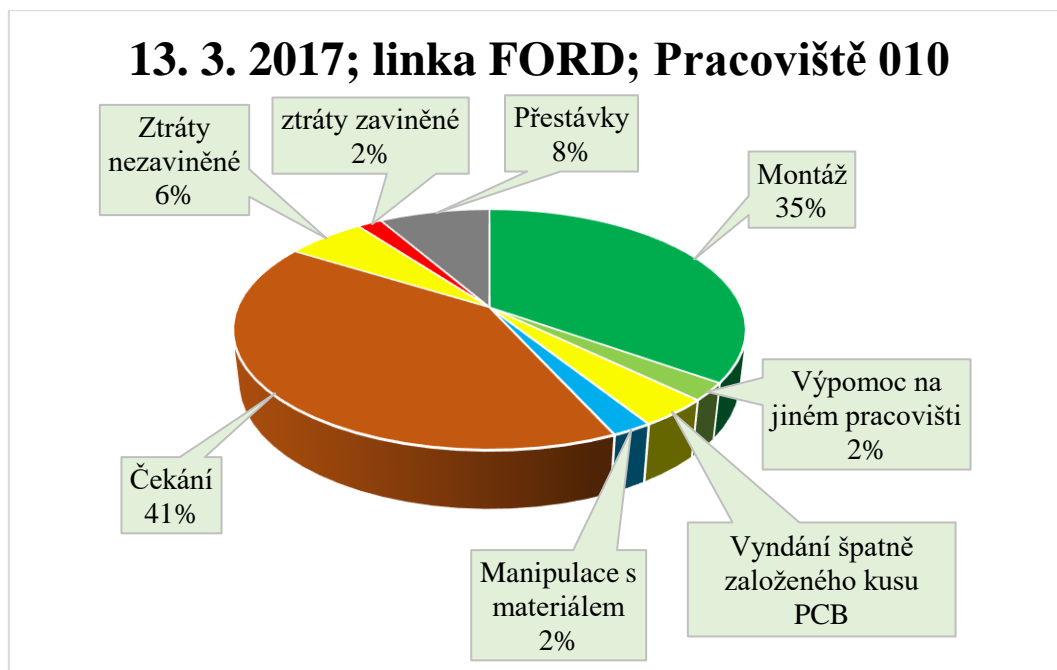
3.1.1. Snímky pracoviště 010

Hlavní náplní operátora tohoto pracoviště je dle vnitřních předpisů společnosti montáž převodového ústrojí podvolantového modulu. Dále pak má v náplni práce provádět opravu automatu na zakládání dílu PCB v případě poruchy.



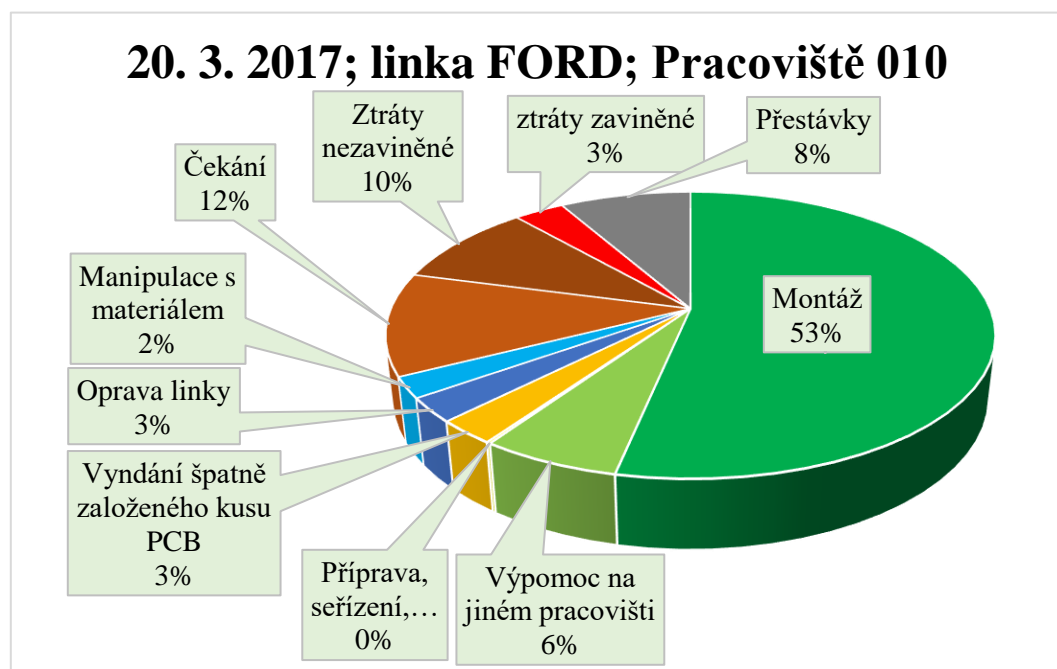
Obrázek 25 Graf snímku pracovního dne, pracoviště 010, 3. 3. 2017 [vlastní]

Z grafu na obrázku 25 lze vyčíst, že největší podíl (62%) z celkového osmihodinového měřeného úseku zaujímá samotná montáž převodového ústrojí. Dalším výrazným dílem (9%) je pak zastoupeno čekání. Tento úsek se dále dělí na čekání na uvolnění odkládací plochy pro hotové výrobky, kdy pracovník nemůže vyrábět, protože výrobní linka nestačí odebrat jím vyrobené kusy, a na čekání při poruše linky. Mezi nezaviněné ztráty se řadí činnosti jako rozjezd linky při zahájení směny, nebo konzultace s kolegy na pracovní témata.



Obrázek 26 Graf snímku pracovního dne, pracoviště 010, 13. 3. 2017 [vlastní]

Z grafu druhého měřeného dne vyplývá, že nejvíce času z měřeného osmihodinového úseku pracovnice čekala. Konkrétně pak 53 minut na uvolnění odkladiště pro hotové převodové ústrojí, 42 minut z důvodu poruchy linky, 46 minut kvůli chybějícímu softwaru na jednom z manuálních pracovišť a 54 minut kvůli nedostatku dílů spiral cassette. Samotná montáž pak trvala pouze 35 % času. Mezi nezaviněné ztráty se počítá podobně jako v prvním snímku ztráta při zahájení výroby, nebo pracovní konzultace s kolegy a nadřízenými.



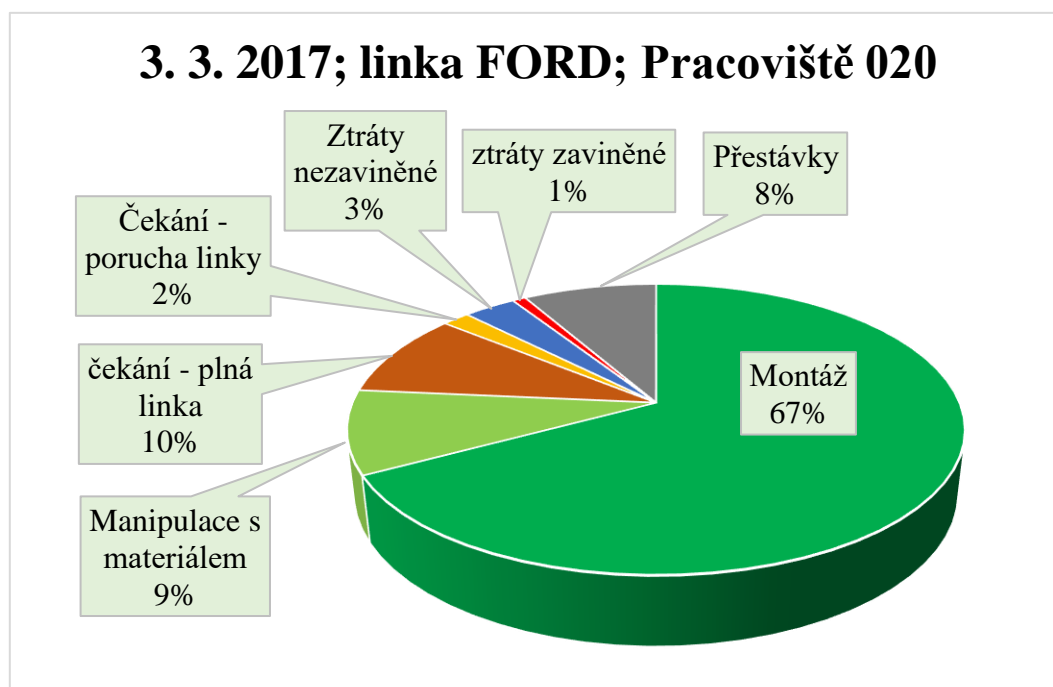
Obrázek 27 Graf snímku pracovního dne, pracoviště 010, 20. 3. 2017 [vlastní]

Během posledního měřeného dne stále docházelo k zastavování linky, nicméně již nebylo tak časté, jako v případě druhého snímku. Montáž probíhala z 53 % času a zhruba půlhodinu strávil

pracovník výpomocí na jiných pracovištích. Do výše čekání se v tomto případě promítlo zejména čekání na uvolnění odkládací plochy (36 minut), čekání kvůli nedostatku materiálu (6 minut), nebo čekání na náběh linky při změně varianty vyráběných modulů (14 minut). Nezaviněné ztráty pak zahrnují zahájení výroby, komunikace s kolegy, nebo technologické zkoušky výrobků.

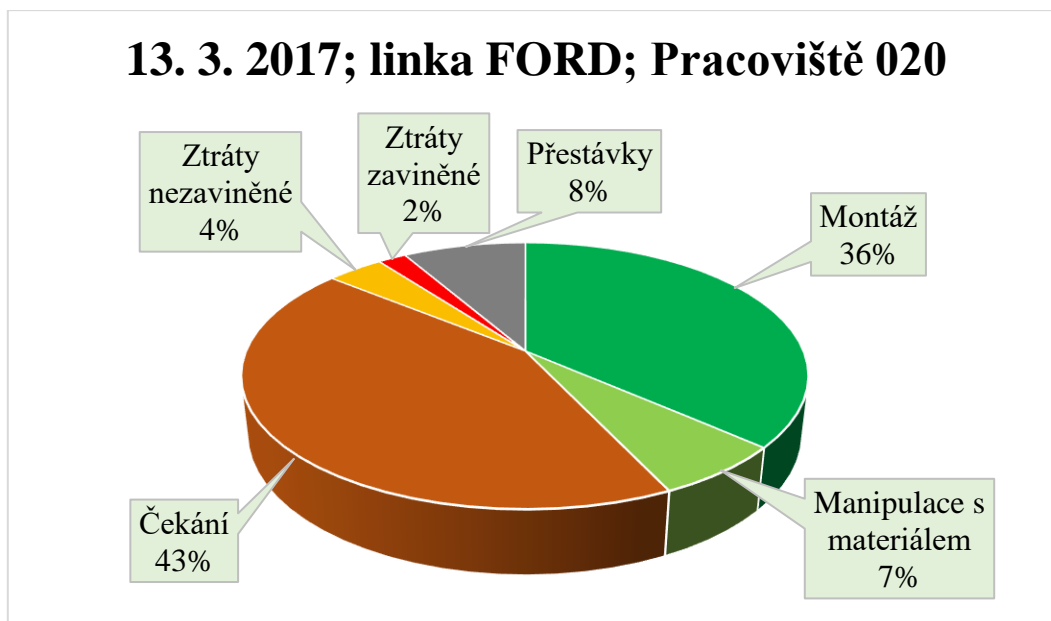
3.1.2. Snímky pracoviště 020

Toto pracoviště má co do počtu operací nejsložitější výrobní proces. Hlavním úkolem pracovníka obsluhující toto manuální pracoviště je montáž dílu spirál cassette, páček pro ovládání stěračů a světel do hlavního dílu (carrier) a zakládání nového carrieru na plošinku vedle hotového výrobku. Pracovník má kolem sebe rozestaveny čtyři KLT boxy s výše vyjmenovanými díly. Počet dílů v boxech se různí od 36 do 126 kusů a výrobní takt se pohybuje okolo 25 vteřin na kus. Z toho vyplývá, že pracovník musí mimo samotné montáže i velice často vyměňovat prázdné boxy za nové. Zejména na tyto činnosti se kladl při snímkování velký důraz.



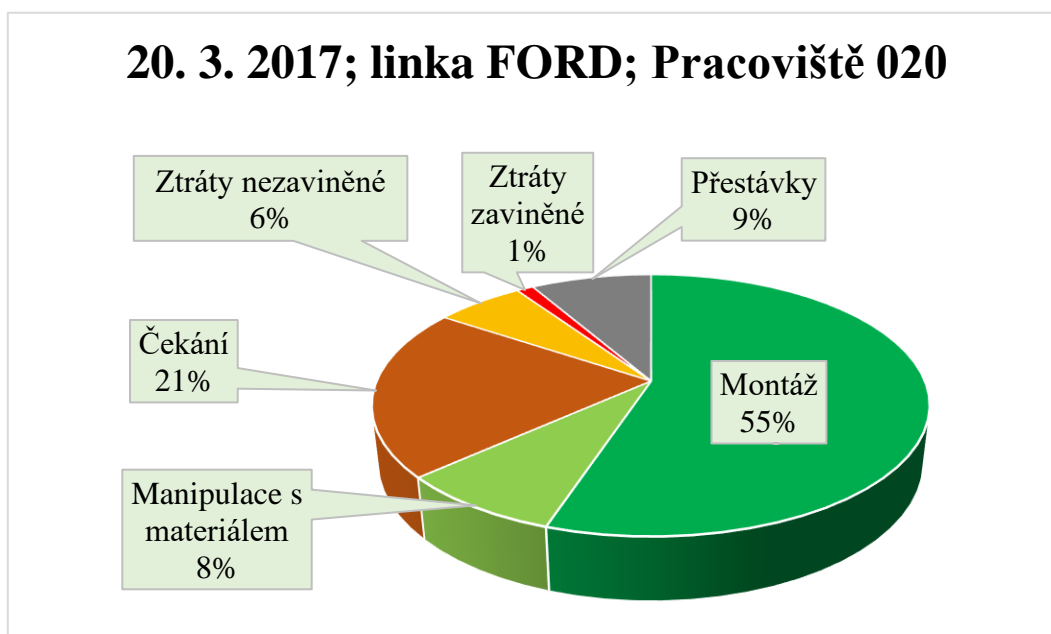
Obrázek 28 Graf snímku pracovního dne, pracoviště 020, 3. 3. 2017 [vlastní]

Z grafu na obrázku 28 je vidět, že samotná montáž páček a spirál cassette probíhala po ještě delší časový úsek, než na pracovišti 010 v ten samý den. Manipulace s prázdnými KLT boxy, hledání plných boxů a manipulace s nimi zabrala zhruba 45 minut z celého měřeného úseku. Relativně dlouho (45 minut) pracovník také čekal na uvolnění linky od již sestavených modulů.



Obrázek 29 Graf snímku pracovního dne, pracoviště 020, 13. 3. 2017 [vlastní]

Podobně jako v případě snímku pracoviště 010 ze 13.3.2017 i snímek pracoviště 020 byl poznamenán výpadkem softwaru jednoho z pracovišť a nedostatkem materiálu spiral cassette. Doba čekání (43%) přesáhla samotnou dobu montáže (36%) o 30 minut. Manipulace s materiálem probíhala 31 minut času, což je zhruba ve stejném poměru k času montáže jako první měřený den. Mezi nezaviněné ztráty se řadí zahájení směny, příprava a úklid pracoviště během směny, nebo instruktáž od mistra.



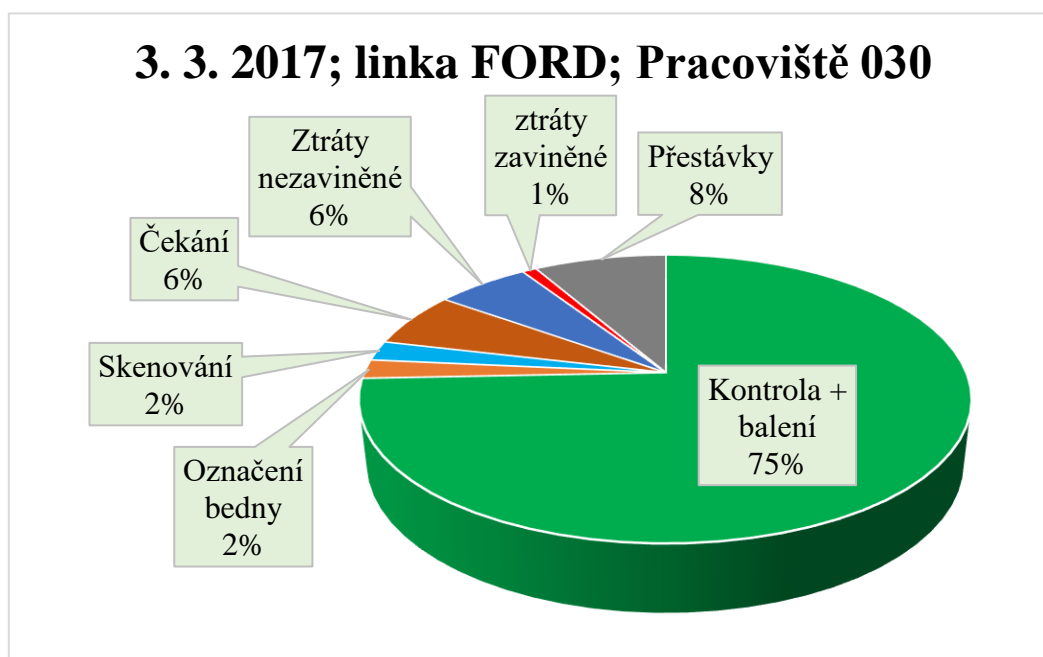
Obrázek 30 Graf snímku pracovního dne, pracoviště 020, 20. 3. 2017 [vlastní]

Poslední snímek, pořízený dne 20.3.2017, dopadl pro pracoviště 020 ve výsledku opět o něco hůře než snímek první. Montáž zabírá 55 % z měřeného osmihodinového úseku a k ní opět zhruba ve stejném poměru připadá manipulace s materiálem (40 minut). Čekání, do něhož se počítá hlavně zaplněná linka (76 minut), čekání při změně varianty vyráběných modulů (19 minut), nebo při nedostatku materiálu na některém z manuálních pracovišť (6 minut). Mezi

nezaviněné ztráty se řadí s 26ti minutami činnosti typu zahájení výroby, příprava a úklid pracoviště a s necelými třemi minutami přijímání pokynů od mistra.

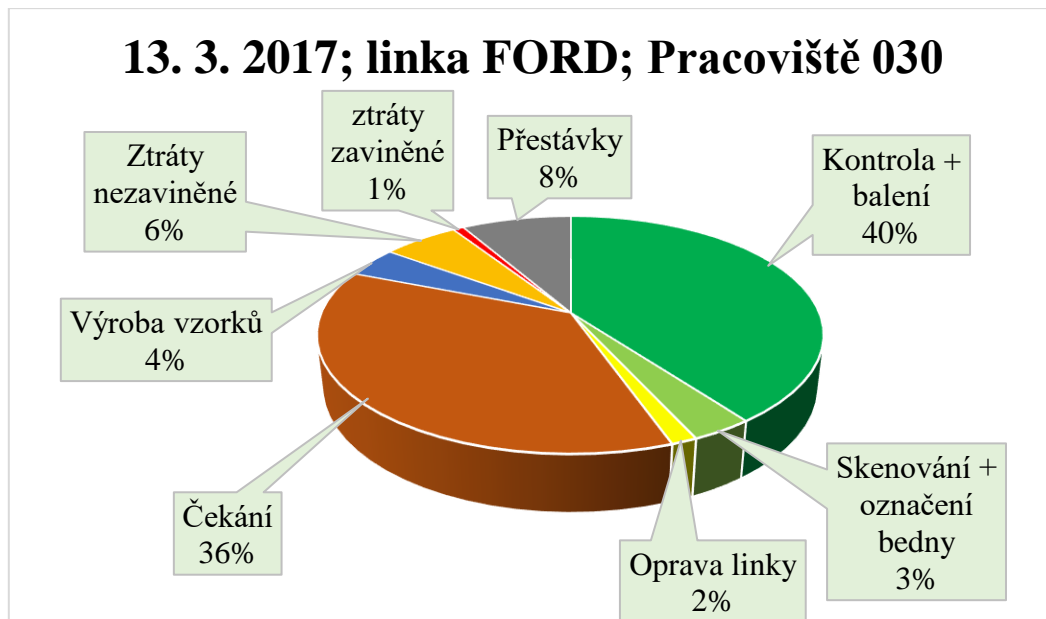
3.1.3. Snímky pracoviště 030

Poslední pracoviště na výrobní lince Ford plní už pouze kontrolní úkoly. Operátor musí přemístit hotový podvolantový modul do zkušební stanice, kde se manuálně prověří funkčnost všech tlačítek a všech poloh páček. Automaticky se pak vyzkouší funkce všech elektronických a elektrotechnických pinů a dalších součástek. Poté pracovnice odebere modul ze zkušebny a umístí jej do připravené přepravní krabice, nebo boxu. Poslední operací je umístění carrieru, který leží na transportní plošince na určené místo pro montáž. Po zaplnění boxu (zpravidla 9 výrobků) musí operátor nascanovat papírový štítek pomocí ručního scanneru a přilepit jej na bok boxu pomocí připravených lepiček.



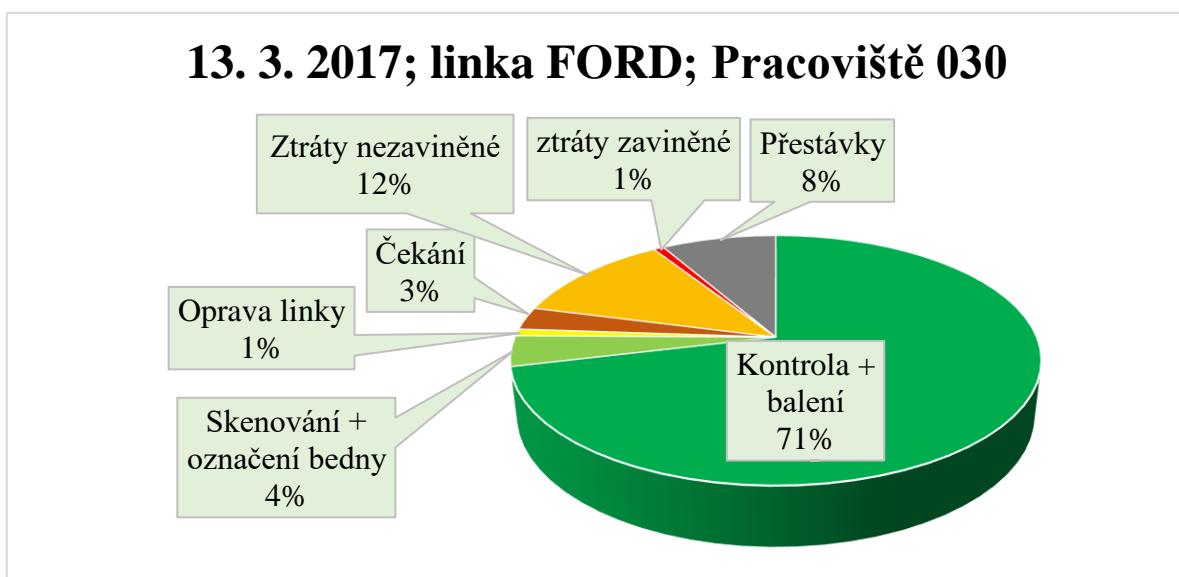
Obrázek 31 Graf snímku pracovního dne, pracoviště 030, 3. 3. 2017 [vlastní]

Z obrázku 31 je na první pohled zřejmé, že toto manuální pracoviště je ze všech tří nejvytíženější. Činnosti nutné pro běh linky (Kontrola + balení, označování bedny a skenování štítku) dohromady pokrývají téměř 80 % z celkového měřeného času. Jediné zdržení tohoto pracoviště vychází z poruch automatu, který následuje bezprostředně po něm. Jedná se o automatické zakládání dílu PCB, kde občas dojde k poruše kamery, nebo ke špatnému založení tohoto dílu do carrieru. Tyto poruchy způsobovaly čekání v délce bezmála 30ti minut. Mezi zaviněné ztráty patří zahájení výroby, nebo práce s PC při změně zakázky.



Obrázek 32 Graf snímku pracovního dne, pracoviště 030, 13. 3. 2017 [vlastní]

I pracoviště 030, jak je možné vidět na Obrázek 32, bylo poznamenáno absencí potřebného softwaru a nedostatkem dílů spiral cassette. Do čekání se mimo to ještě zahrnuje systémová porucha kontrolní stanice a porucha automatu PCB. Celkem tato neúčinná činnost zabrala 36% z celkového času. Mezi nezaviněné ztráty patří zahájení výroby, práce s PC, komunikace s kolegy, nebo evidence zmetků.

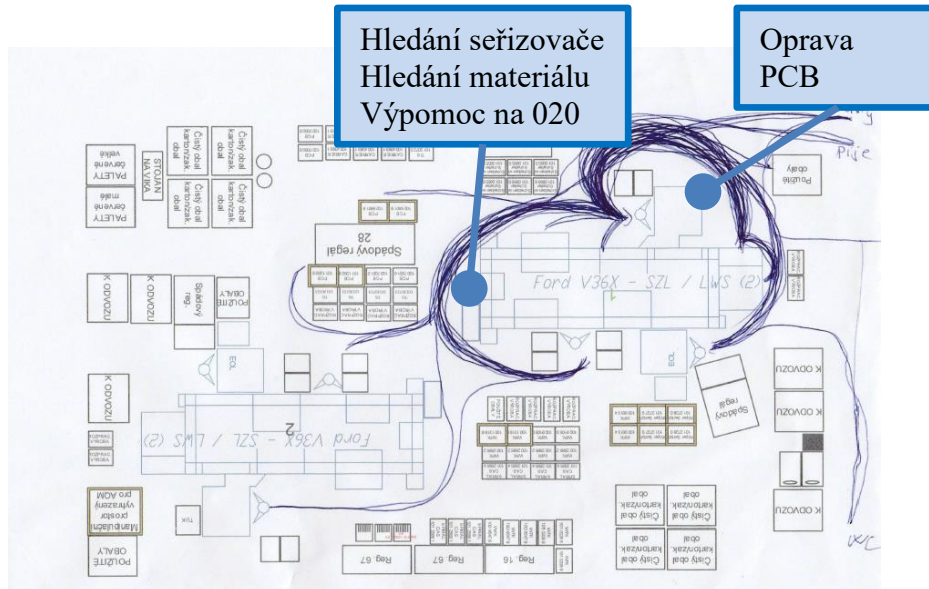


Obrázek 33 Graf snímku pracovního dne, pracoviště 030, 20. 3. 2017 [vlastní]

Během třetí měřené směny, podobně jako při prvním naměru, dosahuje pracoviště 030 relativně vysokého procenta užitečných činností. V součtu časů kontroly, balení, skenování a označování krabice dosahuje pracoviště 75 %. Nezaviněné ztráty, s hodnotou 57 minut, zaujímají druhý největší díl. Patří sem činnosti jako zahájení směny, změny varianty vyráběných modulů, komunikace s kolegy, nebo evidence zmetků. Čekání, s hodnotou 14 minut, tvoří pouze opravy PCB automatu a jiné poruchy na lince, které způsobily nedodávání kusů z předešlého pracoviště.

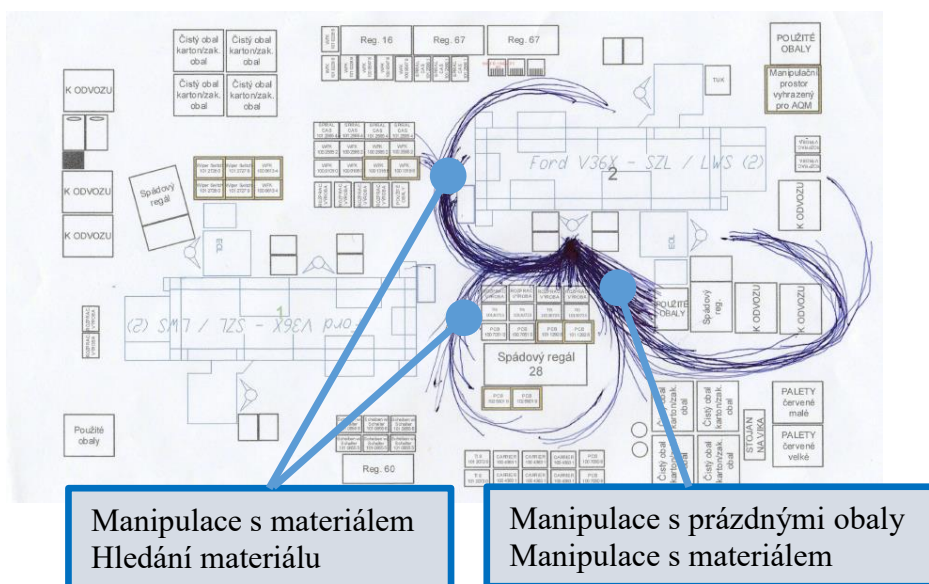
3.2. Spaghetti diagramy

Hlavním smyslem zaznamenávání pohybu pracovníků pomocí spaghetti diagramů je detekce zbytečně dlouhých pohybů po okolí pracoviště. Pokud se pracovníkovi zkrátí cesta na frekventované trase i za cenu prodloužení na méně frekventované, docílí se celkově zkrácení nevýrobních časů.



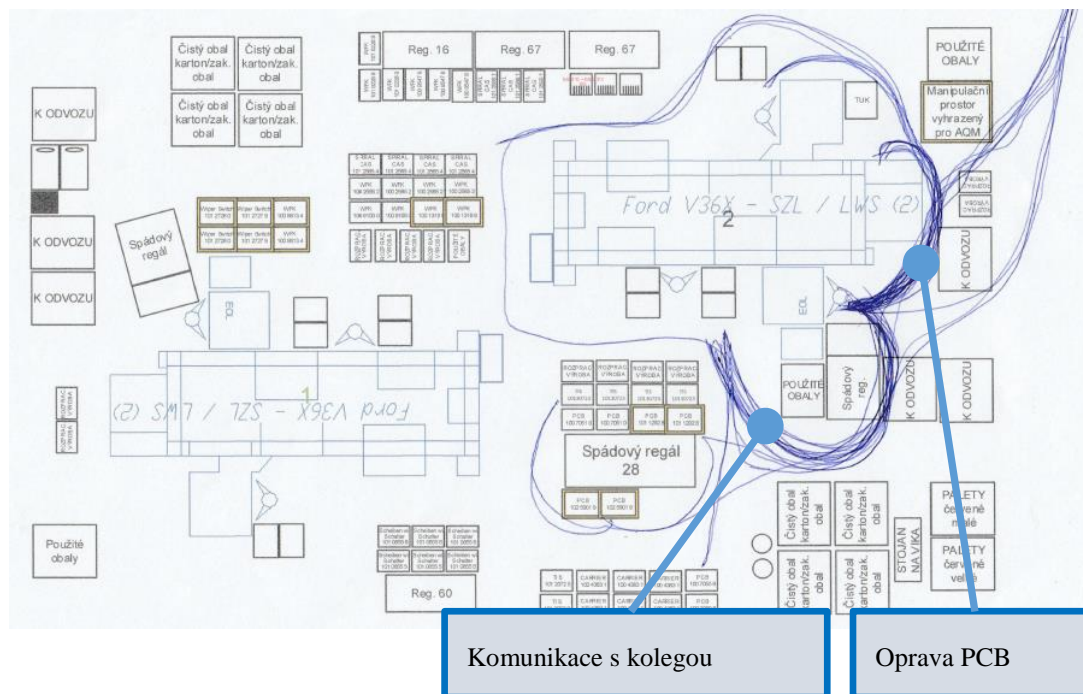
Obrázek 34 Spaghetti diagram; pracoviště 010; 13. 3. 2017 [vlastní]

Ze spaghetti diagramu na obrázku 34 je patrné, že pracovnice během tohoto záznamu nejčastěji chodila k automatu na zakládání PCB. Automat je nastaven tak, aby se na pracovišti 010 rozsvítilo červené světlo, pokud dojde k poruše. Opravu pak provádí pracovnice z pracoviště, které je méně vytížené, a proto nedochází k zastavení linky. Druhá nejčastější cesta vede k pracovišti 020. Tam často docházelo k výpomoci, konzultaci, případně pomoci s hledáním správného materiálu v meziskladech.



Obrázek 35 Spaghetti diagram; pracoviště 020; 13. 3. 2017 [vlastní]

Pracoviště 020, jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, potřebuje ke svému chodu velice často měnit prázdné KLT boxy za nové. Nejvytíženější cesta je v tomto případě ta nejkratší. Pracovníkovi stačí pouze otočit se o 180° pro nový box s materiálem a odkládací místo pro použité boxy je také velice blízko. Poměrně často se ovšem stávalo, že potřebný materiál nebyl hned naproti pracovišti 020, a pracovník jej musel hledat. V těchto případech velice často docházelo ke zdržení na následujícím pracovišti 030 z důvodu nedostatku hotových výrobků.

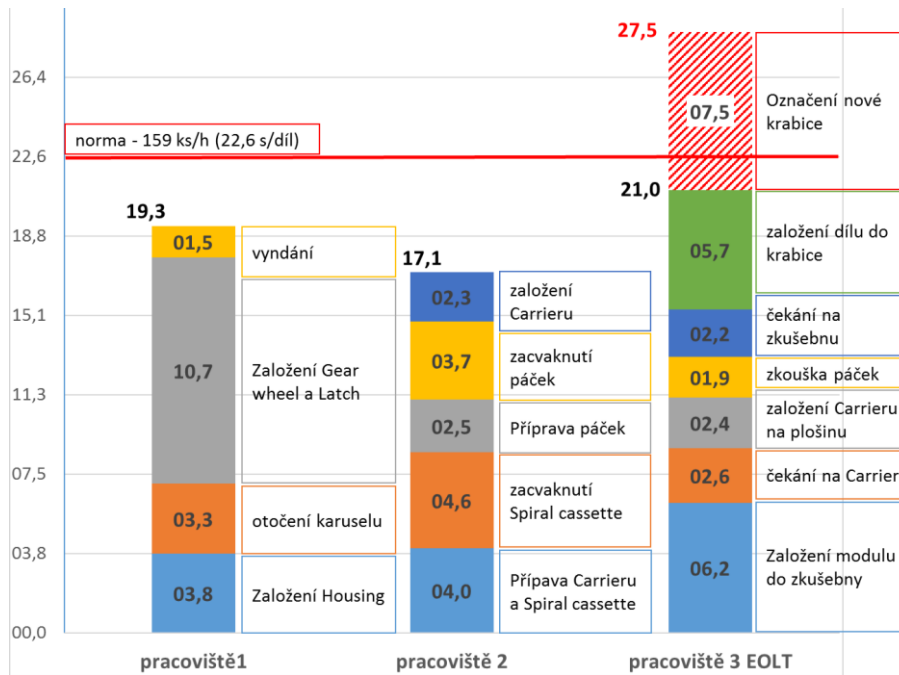


Obrázek 36 Spaghetti diagram; pracoviště 030; 20. 3. 2017 [vlastní]

Pracovník na pracovišti 030 dle výrobních pokynů vůbec nemusí opouštět své pracoviště, nicméně k tomu dochází. Jedním z důvodů je porucha automatu PCB při manipulaci s platy, na kterých součástky leží. Při montáži určitých variant modulů se do sebe zaseknou dvě na sobě ležící plata. To pak vede k poruše, která nerozsvítí červené světlo na pracovišti 010. Automat přestane odebírat nové paletky pro založení PCB a celá linka se na pracovišti 030 zastaví. Pracovnice pak musí jít, otevřít bezpečnostní dveře a plata upravit. Další cesty vedou za kolegu na pracoviště 020, kde dochází ke komunikaci a konzultaci v případě změny varianty.

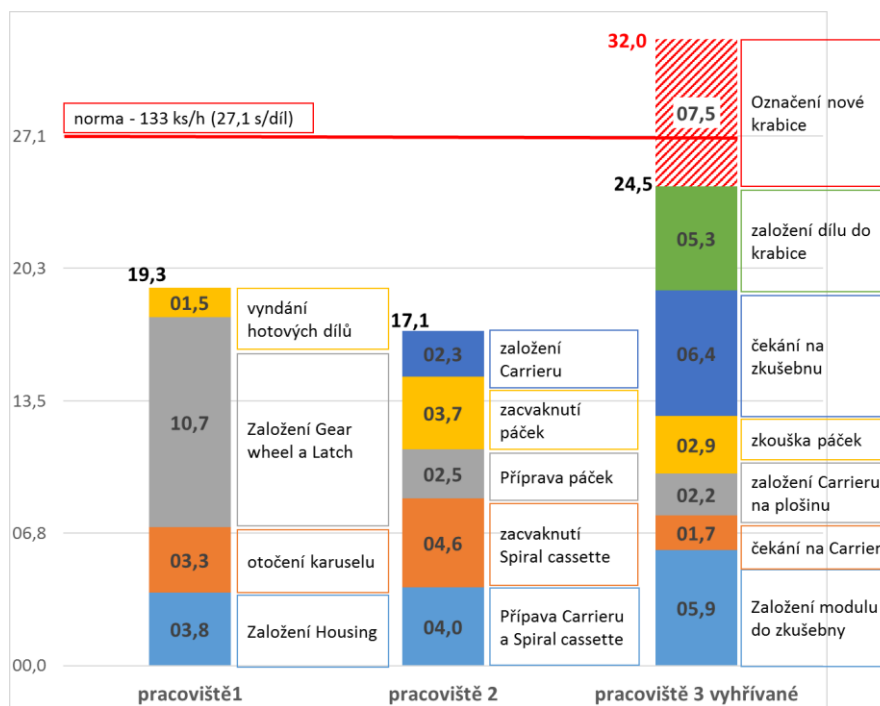
3.3. Snímky operací

Jak již bylo naznačeno v kapitolách snímky pracovních dní, pracoviště 010 a 020 pracují rychleji, než pracoviště 030 a proto musí často čekat na uvolnění linky (cca 10% času), což poukazuje na to, že výrobní linka je nevybalancovaná. Z toho důvodu byla provedena podrobná analýza veškerých prováděných úkonů na jednotlivých pracovištích, aby mohlo být posouzeno, jestli některá z operací nemůže být vykonávána na jiném pracovišti. Zvláště byla posuzována klasická (EOLT) varianta podvolantových modulů a zvláště varianta pro vyhřívané volanty, které mají odlišnou normu.



Obrázek 37 Snímky operací; modul EOLT [vlastní]

Z grafu na obrázku 37 je na patrné, že nejrychleji vyrábí pracoviště 020, s průměrným časem 17,1 vteřiny na kus. Je třeba si uvědomit, že si pracovník právě na tomto pracovišti musí velice často doplňovat materiál, což v tomto čase není zahrnuto. Další je pracoviště 010 s 19,3 sekundami na kus. V tomto čase není zahrnuto opravování automatu PCB, které má pracovník z tohoto pracoviště také v popisu práce. Obě pracoviště vyrábí s dostatečnou rezervou, oproti stanovené normě, která činí 22,6 vteřin na kus, a proto dokáží plnit i tyto nepravidelné úkoly, které mají v popisu práce. Pracoviště 030 se k normě s 21 vteřinami na kus blíží nejvíce a každý devátý kus, kdy musí oskenovat štítek a označit jím nový obal, jí překročí v průměru o 4,9 vteřiny.



Obrázek 38 Snímky operací; vyhřívaný modul [vlastní]

U vyhřívané varianty se operace na prvních dvou pracovištích nemění, proto jejich časy zůstávají stejné. Mění se pouze doba kontroly zkušební stanice na pracovišti 030, což se v grafu projevilo výrazným navýšením času operace „čekání na zkušebnu“. Obdobně se tím musela zvýšit i norma, která je pro vyhřívané varianty 27,1 vteřin na kus. Tuto hodnotu pracoviště 030 nepřesahuje, pokud se nemusí skenovat a označovat nový obal, v tom případě ji přesáhne v průměru o 4,9 vteřiny (stejná hodnota jako v případě EOLT varianty).

3.4. Zjištěný současný stav výrobní linky

Ze snímků pracovní dny vyplývá, že pokud má linka dostatek dílů potřebných pro výrobu podvolantových modulů, má pracoviště 010 zhruba 30 % ztrátových časů. Pracoviště 020 ztrácí za dobrých podmínek 20-25 % a pracoviště 030 pouhých 15 %. Snímek ze dne 13.3.2017 ovšem poukazuje na to, že nedostatek vstupních součástí a poruchy linky mohou nastat i ve větší míře a pracoviště pak vykazují efektivitu pouze okolo 40 %.

Spaghetti diagramy podporují skutečnosti zjištěné pomocí snímků pracovního dne a to zejména:

- časté cesty z pracoviště 010 k automatu PCB kvůli opravám
- velice časté doplňování materiálu na pracovišti 020 z přílehlého meziskladu a občasné hledání materiálu ve vzdálenějších prostorách
- zřídka prováděné opravy operátorem pracoviště 030 na automatu PCB

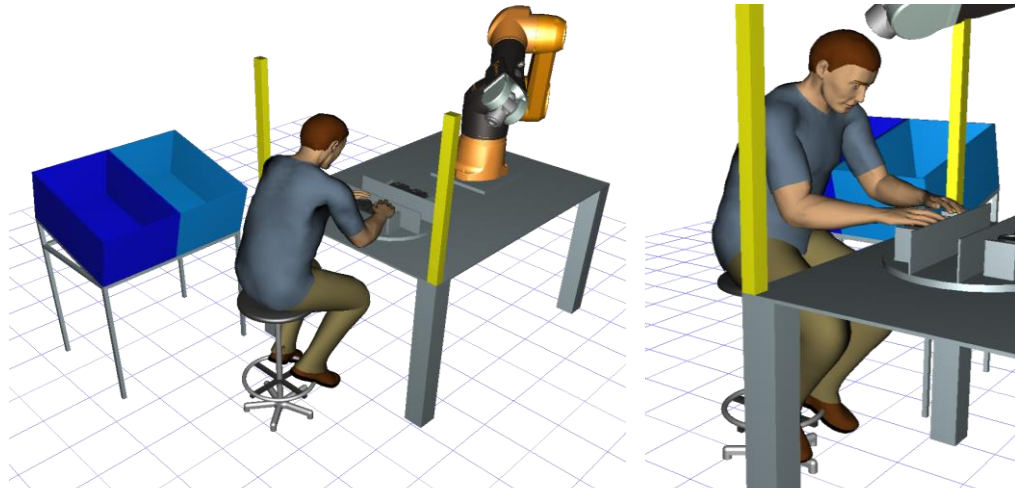
Ze snímků operací pak vyplývá, že pracoviště 010 i 020 dokáží vyrábět ve stanovené normě s dostatečnou časovou rezervou na veškeré doplňující činnosti (opravy, doplnění materiálu atd.) Pracoviště 030 se také drží těsně pod stanovenou časovou normou, pokud není třeba označit nový obal na hotové výrobky, což se děje jednou za 9 vyrobených kusů. V tom případě normu přesahuje o cca 5 vteřin a snižuje tak výkon celé linky. Po rozboru veškerých prováděných operací na pracovišti 030 a po přihlédnutí k výrobním postupům se zjistilo, že žádná z operací nelze přesunout na jiné pracoviště, proto dalším postupem bude snaha o co největší zefektivnění stávajících operací a postupů na tomto pracovišti tak, aby se rozdíl mezi pracovišti snížil na minimum.

4. Ověření správnosti pracovních poloh z hlediska ergonomie

V následující kapitole jsou popsány a zhodnoceny pracovní polohy pro všechna manuální pracoviště na výrobní lince Ford V36X. Pro analyzování těchto situací byla použita ergonomická metoda RULA. Na pracovišti 010 byla hodnocena pracovní poloha vsedě, při montáži gear wheel v přípravku. Na následujícím pracovišti 020 byla hodnocena poloha při zaklapávání páček stěračů a světel do carrieru. Na posledním pracovišti 030 byla zkoumána pracovní poloha při manipulaci s páčkami ve zkušebně, při současném sledování výsledků na monitoru. Pro všechny analýzy byl použit model člověka německé databáze. Muž 175 cm vysoký, 79 kg vážící, případně žena 162,5 cm vysoká a vážící 66 kg (50. percentil). Na první pohled nejsou patrné žádné rizikové pracovní polohy. Jde spíše o ověření správnosti výše zmíněných poloh.

4.1. RULA analýza pracoviště 010

Na obrázku 39 je znázorněn současný stav na pracovišti 010 pomocí počítačového modelu v simulačním prostředí programu Tecnomatix Jack. Pod ním, na obrázku 40 je fotografie pořízená 20. 3. 2017 během snímkování pracovního dne.



Obrázek 39 Model současného stavu na pracovišti 010 [vlastní]



Obrázek 40 Současný reálný stav na pracovišti 010 [vlastní]

Z obrázku je patrné, že práce probíhá vsedě, s mírným prohnutím zad. Pracovník má k dispozici židli s pevnou výškou sedadla (700mm nad zemí) bez opěradel, pouze s možností podpory nohou ve výšce 200mm nad zemí. Práce na přípravku je častější, než 4x za minutu. Tyto fakty jsou zohledněny ve vstupních parametrech analýzy RULA (viz obrázek 41).

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window. The 'Task Entry' tab is active. The 'Human' dropdown is set to 'human0'. Under 'Body Group A Loading (Arm, Wrist)', 'Muscle Use' has 'Action repeated more than 4 times per minute' selected, and 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. 'Arm Support' is 'Not supported'. Under 'Legs and Feet', 'Seated, Legs and feet well supported. Weight even.' is selected. Under 'Body Group B Loading (Neck, Trunk)', 'Muscle Use' has 'Action repeated more than 4 times per minute' selected, and 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. Buttons for 'Usage' and 'Dismiss' are at the bottom.

Obrázek 41 Vstupní parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 010 [vlastní]

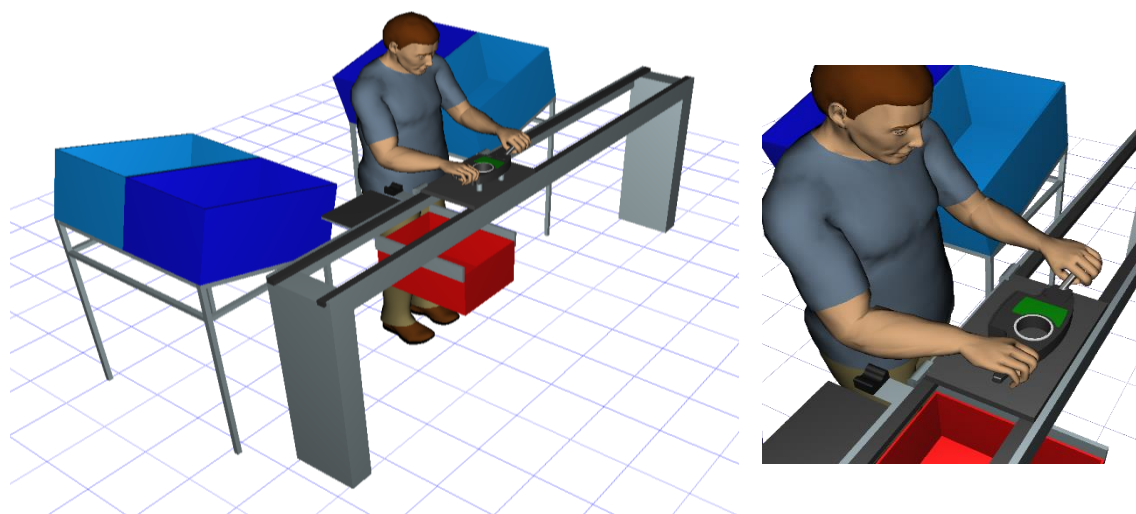
The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window with the 'Analysis Summary' tab active. Job details include: Job Title: 'prac 010', Job Number: '003', Location: 'Kostal', Analyst: 'Kalvas', Date: '21.4.2017'. 'Body Group A Posture Rating' shows: Upper arm: 3, Lower arm: 2, Wrist: 2, Wrist Twist: 2, Total: 5. 'Body Group B Posture Rating' shows: Neck: 2, Trunk: 3, Total: 5. Summary boxes show: Muscle Use: 'Action repeated more than 4 times per minute', Force/Load: '< 2 kg intermittent load', Arms: 'Not supported'. 'Legs and Feet Rating' shows: 'Seated, Legs and feet well supported. Weight even.'. A red box at the bottom displays 'Grand Score: 6' and 'Action: Investigation and changes are required soon.'. An 'Update Analysis' button is below the red box. 'Usage' and 'Dismiss' buttons are at the bottom.

Obrázek 42 Výsledné parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 010 [vlastní]

Obrázek výše znázorňuje výsledky provedené analýzy. Jasně lze vidět, a vysokými hodnotami trupu a ramen je reprezentována nevhodná pracovní poloha při montáži součástky gear wheel. Krk a spodní část paží, včetně zápěstí, je v pořádku. Celkové skóre rizika dosahuje hodnoty 6 bodů (3. kategorie).

4.2. RULA analýza pracoviště 020

Na následujícím obrázku je znázorněna pracovní poloha při montáži páček světel a stěračů ke carrieru. Upínacím prvkem je zde zacvakávací klip. Pro překonání odporu klipu není potřeba extrémního využití svalů ani sil. Veškeré tyto hodnoty jsou zahrnuty ve vstupních parametrech metody RULA na obrázku 44.



Obrázek 43 Model současného stavu na pracovišti 020 + detail [vlastní]

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Human: human

Body Group A Loading (Arm, Wrist)

Muscle Use

- Normal, no extreme use
- Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute
- Action repeated more than 4 times per minute

Arm Support: Arm Supported

Forces and Loads

- < 2 kg intermittent load
- 2-10 kg intermittent load
- 2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load
- More than 10 kg static. Shock forces.

Legs and Feet

- Seated, Legs and feet well supported. Weight even.
- Standing, weight even. Room for weight changes.
- Legs/feet not supported. Weight distribution uneven.

Body Group B Loading (Neck, Trunk)

Muscle Use

- Normal, no extreme use
- Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute
- Action repeated more than 4 times per minute

Forces and Loads

- < 2 kg intermittent load
- 2-10 kg intermittent load
- 2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load
- More than 10 kg static. Shock forces.

Usage Dismiss

Obrázek 44 Vstupní parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 020 [vlastní]

The screenshot displays the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software interface. It features a navigation bar with 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary' tabs. The 'Analysis Summary' tab is active, showing a form with the following data:

Job Title:	prac 020	Job Number:	002
Location:	Kostal	Analyst:	Kalvas
Comments:		Date:	21.4.2017

Below the form, there are two sections for posture ratings:

- Body Group A Posture Rating:**
 - Upper arm: 2
 - Lower arm: 2
 - Wrist: 1
 - Wrist Twist: 2
 - Total: 3
- Body Group B Posture Rating:**
 - Neck: 3
 - Trunk: 1
 - Total: 3

Summary boxes provide additional details:

- Muscle Use: Normal, no extreme use
- Force/Load: < 2 kg intermittent load
- Arms: Not supported
- Muscle Use: Normal, no extreme use
- Force/Load: < 2 kg intermittent load

The 'Legs and Feet Rating' section indicates: 'Standing, weight even. Room for weight changes.'

A prominent yellow box displays the **Grand Score: 3** and the **Action: Further investigation needed. Changes may be required.**

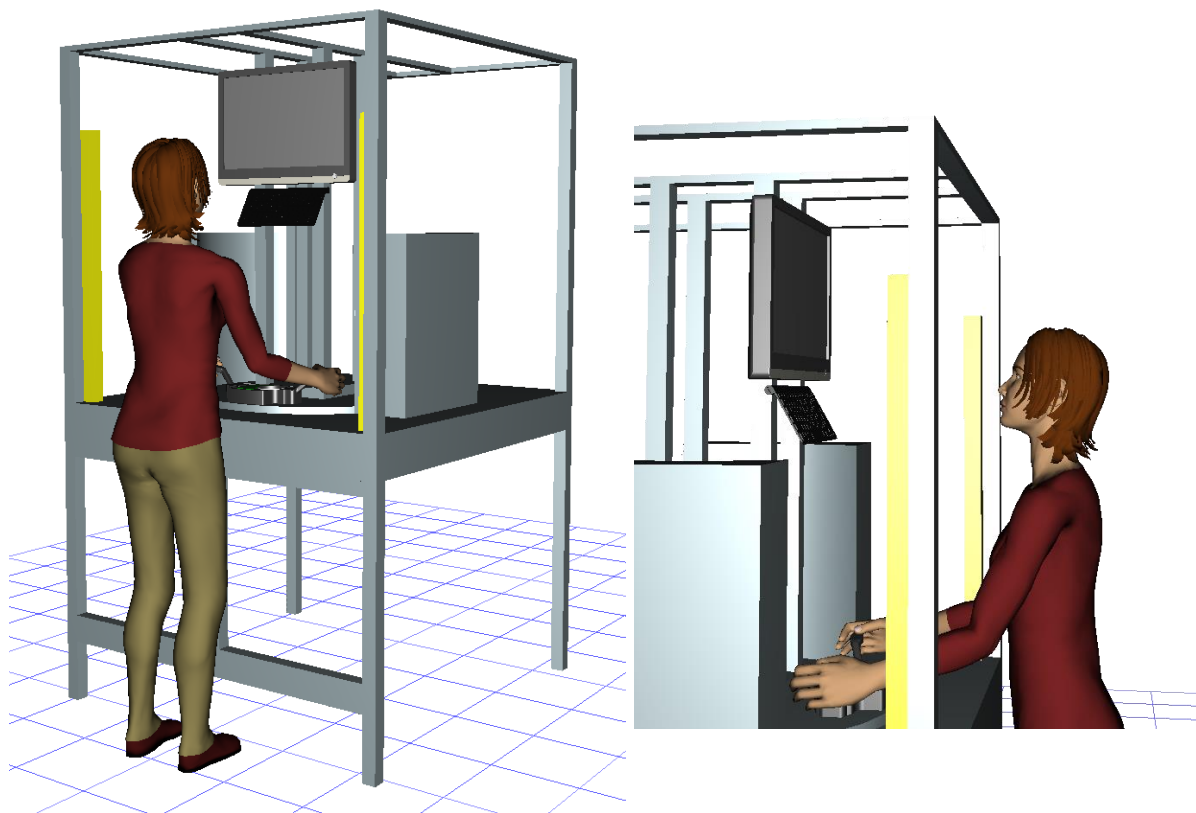
At the bottom, there is an 'Update Analysis' button and 'Usage' and 'Dismiss' buttons.

Obrázek 45 Výsledné parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 020 [vlastní]

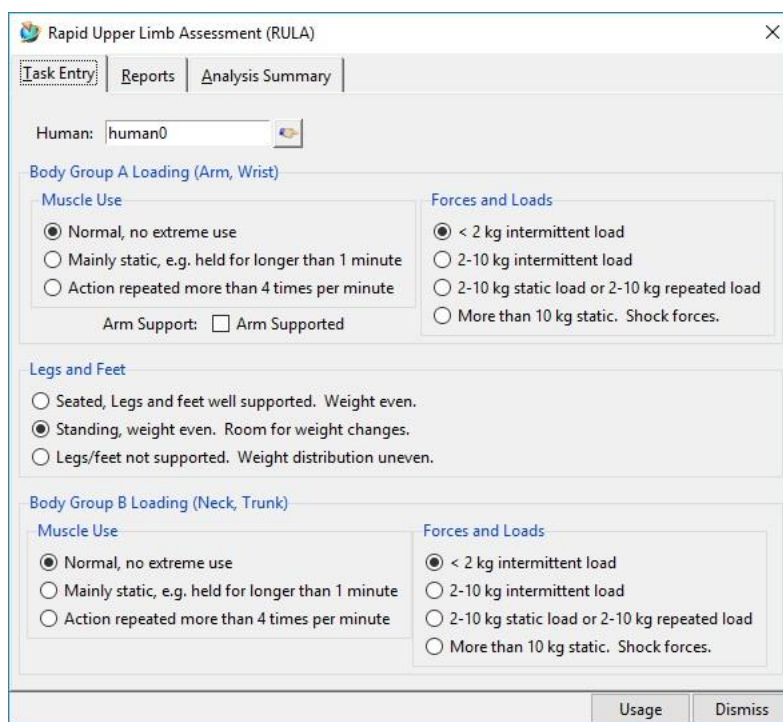
Obrázek výše znázorňuje výsledky provedené analýzy. Žlutě zvýrazněné skóre rizika 3 (2. kategorie) vypovídá o přijatelné pracovní poloze. Pracovník není vystavován žádným fyzicky náročným polohám a riziko nemoci z povolání je přijatelně nízké.

4.3. RULA analýza pracoviště 030

Obrázek 46 znázorňuje současný stav na pracovišti 030. Pro analýzu byla vybrána pracovní poloha, kdy pracovnice vložila podvolantový modul do zkušebny a manuálně zkouší funkčnost páček a tlačítek na nich. Při tomto úkonu musí sledovat obrazovku, která jí zobrazuje stav zkoušky a je-li dané tlačítko či páka funkční, či nikoliv. Frekvence je nižší než 4x za minutu. Modul váží méně než 2 kg a pro zkoušku není třeba žádného extrémního použití svalů a sil. Veškeré tyto skutečnosti jsou zahrnuty ve vstupních datech analýzy RULA (viz obrázek 47).



Obrázek 46 Model současného stavu na pracovišti 030 + detail [vlastní]



Obrázek 47 Vstupní parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 030 [vlastní]

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software interface. It has three tabs: 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary'. The 'Analysis Summary' tab is active, displaying the following data:

Job Title:	prac 030	Job Number:	003
Location:	Kostal	Analyst:	Kalvas
Comments:	obraz+klávesnice	Date:	21.4.2017

Body Group A Posture Rating

Upper arm:	2
Lower arm:	3
Wrist:	2
Wrist Twist:	1
Total:	4

Body Group B Posture Rating

Neck:	4
Trunk:	1
Total:	5

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load
Arms: Not supported

Legs and Feet Rating

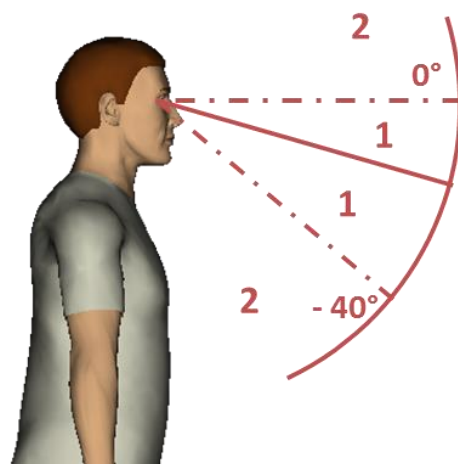
Standing, weight even. Room for weight changes.

Grand Score: 5
Action: Investigation and changes are required soon.

Buttons: Update Analysis, Usage, Dismiss

Obrázek 48 Výsledné parametry metody RULA současného stavu na pracovišti 030 [vlastní]

Obrázek 48 znázorňuje výsledky analýzy. Nejvyšší hodnotou rizika je označena oblast krku. To je dáno zejména tím, že jakýkoliv záklon hlavy je pro normu nepřijatelný (viz obrázek 49). Zároveň je vhodné podotknout, že při 12ti hodinových směnách se takto pracovnice zaklání zhruba 1500x. Tomuto problému je proto věnována zvláštní pozornost v následující kapitole Návrhy na zlepšení. Celkové skóre rizika dosahuje hodnoty 5 bodů (3. kategorie).



Obrázek 49 Norma záklonu hlavy [3]

5. Návrhy na zlepšení

Pro zlepšení chodu montážní linky Ford V36X je nutné provést několik úprav. Některé jsou jednoduché a levné, jiné jsou finančně i časově náročnější. V následující kapitole jsou popsány jednotlivé návrhy vedoucí k efektivnější a plynulejší výrobě.

5.1. Racionalizace pracoviště 010

První pracoviště funguje bez jakýchkoliv větších prodlev nebo poruch, ani netrpí nedostatkem materiálu. Takt tohoto pracoviště je zhruba o 3 vteřiny rychlejší než takt požadovaný normou. Pracoviště disponuje bufferem hotových výrobků, proto dokáže vypomáhat s opravami PCB automatu, když je potřeba.

5.1.1. Sedadlo s opěradlem

Jedním z návrhů na zlepšení na tomto pracovišti je výměna stávajícího sedadla bez podpory zad za sedadlo s opěradlem.



Obrázek 50 Pracovní poloha na pracovišti 010 [vlastní]

Z obrázku 50 je patrné, že při práci v sedě bez podpory zad dochází po určité době ke zborcení a nahrbení zad. Tato poloha může vést k bolesti zad a šíje či dokonce k vyřeznutí meziobratlových plotének. Na bolest zad si pracovníci během náměrů snímků pracovních dní často stěžovali. Doporučením je vyměnit stávající sedadlo minimálně za sedadlo s podporou zad, nejlépe i s opěrkami pro lokty (viz obrázek 51 a obrázek 52).



Obrázek 51 Sedadlo s oporou zad [12]



Obrázek 52 Sedadlo s oporou zad i loktů [11]

5.1.2. Kamera v automatu PCB

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, pokud dojde k poruše v automatu PCB a zařízení rozpozná chybu, rozsvítí se na pracovišti 010 červené světlo. V takových případech pracovník poruchu odstraní často ještě před tím, než dojde k ovlivnění pracoviště 030. Nicméně pokud dojde k zaklesnutí dvou plat s PCB do sebe při automatickém odebrání z KLT boxu a následnému uvolnění spodního plata v průběhu manipulace s platy, systém nerozpozná chybu a červené světlo se na pracovišti 010 nerozsvítí. Tento jev nastává zejména u variant modulů s vyhříváním volantu. Z toho důvodu je dalším doporučením nainstalování obrazovky do zorného pole operátora pracoviště 010 a kamery zaměřené na oblast manipulace s platy uvnitř automatu PCB.

5.1.3. Úprava plat s PCB díly

Problému se zaklesnutými platy by se dalo předejít jejich mechanickou úpravou.



Obrázek 53 Porovnání PCB plat EOLT a vyhřívané varianty [vlastní]

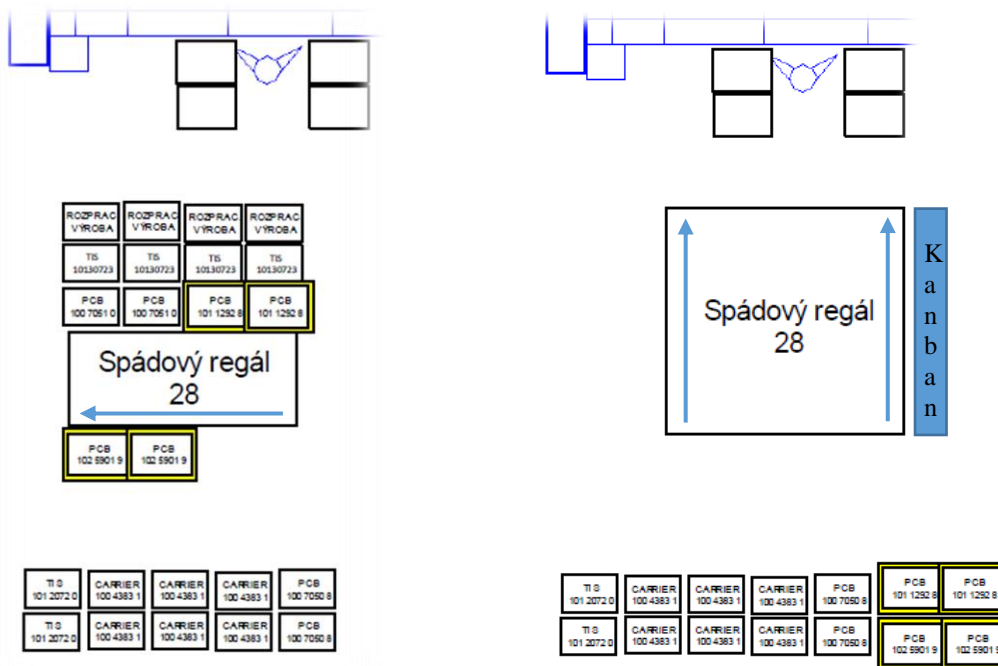
Na obrázku 53 je možné si všimnout rozdílu mezi platy pro EOLT a vyhřívanou variantou. Jsou to právě vyznačené distanční výstupky, které brání zaseknutí EOLT plat do sebe a tím zajišťují bezporuchovou manipulaci. Návrhem je tedy buď provést úpravu stávajících plat pro vyhřívanou variantu například dolepením distančních podložek, nebo výroba nových plat s distančními podložkami.

5.2. Racionalizace pracoviště 020

Druhé manuální pracoviště je o 5,5 vteřiny na kus rychlejší, než je požadovaný takt linky. Zároveň je mezi ním a pracovištěm 030 buffer zhruba šesti výrobků, který umožňuje doplnění materiálu potřebného pro výrobu, aniž by docházelo ke zdržení pracoviště 030.

5.2.1. Spádový regál

Ze spaghetti diagramu na obrázku 35 je vidět, že pracovník doplňuje materiál nejčastěji z KLT boxů umístěných nejbližší ke svému pracovišti. Několikrát během náměru se ovšem stalo, že potřebný materiál se na tomto místě nenacházel. Pracovník byl tedy donucen odcházet od svého pracoviště do vzdálenějších míst a materiál hledat. Spádový regál, umístěný hned za nejčastěji používaným místem, zůstal téměř po celou dobu nevyužitý a zaplněný momentálně nepotřebnými součástkami.



Obrázek 54 Stávající layout
pracoviště 020 [9]

Obrázek 55 Navrhovaný layout
pracoviště 020 [vlastní]

Z důvodu eliminace hledání potřebného materiálu je navrženo, aby se stávající regál otočil o 90° směrem k pracovišti 020 a rozšířil se ze stávajících 2x4 polí a hloubky na 4 KLT boxy na 5x4 polí o stejné hloubce, do kterých budou umístěny veškeré potřebné materiály pro výrobu.

Výpočet regálu i komponent, které budou v jednotlivých regálech umístěny, vychází z dat poskytnutých společností Kostal. Jedná se o data předpokládané výroby na 140 dní dopředu (od 12.5.2017 do 29.9.2017). V tomto časovém rozpětí se bude používat pouze 20 druhů součástek a to 2 druhy carrieru, 7 druhů spiral cassette, 5 druhů pák na ovládání světla a 4 druhy

pák na ovládání stěračů. To je celkem 20 druhů výrobků. Všechny jsou skladovány a převáženy ve stejných KLT boxech o rozměrech 600x400x325 mm, nicméně každého druhu se do KLT boxu vejde rozdílné množství. Výpočet uvažuje 36 ks spirál cassette na KLT, 80 ks pák (pro stěrače i pro světla) na KLT a 30 ks Carrierů na KLT. Zároveň se uvažuje výroba v taktu 159ks/hod, která není ničím přerušována. Zásoba musí na pracovišti vydržet minimálně 1,5 hodiny (maximální doba kanbanového zásobování).

Výsledkem výpočtu je následující schéma spádového regálu:

Carrier 10257308	Spiral 10025852	Spiral 10095478	Spiral 10125654	Spiral OSTATNÍ
Carrier 10257308	Spiral 10025852	Spiral 10095478	Spiral 10125654	Spiral OSTATNÍ
Carrier 10043831	Wiper 10108556	Wiper 10108555	Wiper 10127279	Wiper OSTATNÍ
Carrier 10043831	Ostatní zpět	Turn 10120720	Turn 10130273	Turn OSTATNÍ

Tabulka 3 Schéma spádového regálu (nárys) [vlastní]

Ze schématu znázorněného tabulkou 3 je patrné, že oba druhy Carrierů i všechny čtyři druhy Spirál cassette zabírají v regálu každý dvě místa. Je to z důvodu malého počtu kusů těchto součástek v jednotlivých KLT boxech. Pokud by každá tato součástka zabírala pouze jedno místo v regálu, mohlo by se stát, že pracovník spotřebuje všechny materiál ještě před příjezdem zásobovače a tím pádem by linka zbytečně stála.

Sekce na pravém okraji regálu je vyhrazena pro ostatní druhy jednotlivých součástek. Je to z toho důvodu, že plánované množství spotřeby jednotlivých druhů součástek bylo podrobeno tzv. Paretově analýze (někdy také ABC analýze), která určila, jak často budou jednotlivé druhy používány. Pokud by byly dané druhy používány pouze z 10ti % nebo méně, nebudou mít svoje stálé místo ve spádovém regálu, ale budou se (dle plánu výroby) zavážet na pracoviště až před zahájením výroby daného modulu. Pokud by se stalo, že se KLT box s danou komponentou během výroby nespotřebuje celý, umístí jej pracovník po skončení práce na dané zakázce do pole „ostatní zpět“ kde si jej vyzvedne manipulant a zaskladní jej zpět do skladu. Tím se předejde záměně jednotlivých komponent a celkově se zprůhlední mezisklad u pracoviště 020.

5.2.2. Kanban karta na každém KLT boxu

Dále je navrženo, aby se kanban karta umísťovala na každý KLT box zvlášť a ihned po spotřebování veškerého materiálu z boxu se umístila na stojan, který se nachází vedle spádového regálu tak, aby byl vidět z hlavní uličky, kudy jezdí zásobování.

5.2.3. Barevné rozlišení KLT boxů

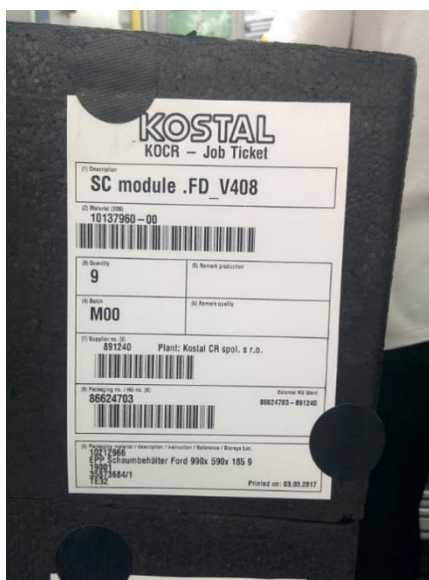
Pro ještě větší přehlednost by bylo vhodné zavést barevné rozlišení KLT boxů s jednotlivými druhy artiklů, například modrá pro Carrier, žlutá pro spirál cassette, zelená pro páky stěračů, oranžová pro páky světel. Boxy jako takové se v daných barvách buď nakoupí, nebo se označí stávající boxy barevnou samolepící páskou.

5.3. Racionalizace pracoviště 030

Ze všech výše zmíněných analýz vyplývá, že pracoviště 030 je úzkým místem výrobní linky Ford, což znamená, že jakákoliv úspora času, nebo zefektivnění práce na tomto pracovišti povede k vyšší produktivitě celé linky.

5.3.1. Tiskárna etiket

Ze snímků pracovního dne pracoviště 030 je zřejmé, že skenování štítků a označování nových krabic zabere operátorovi okolo dvaceti minut za celou osmihodinovou směnu. Pokud by se tento čas eliminoval, dalo by se vyrobit o cca 53 výrobků více. Nahrazením současného relativně složitého systému, kdy pracovník musí vybrat jednu z předtisknutých etiket, naskenovat jí, oddělit dvě kulaté lepenky z připravené pásky a nalepit etiketu na krabici, variantou předtisknutých samolepících etiket, by se dalo ušetřit 8-10 vteřin na každé označené krabici. To je zvýšení výrobní kapacity až o 44 kusů za 8 hodin (až 4000 kusů za měsíc).



Obrázek 56 Současný způsob lepení etiket [vlastní]



Obrázek 57 Navrhovaný způsob lepení etiket [13]

5.3.2. Dotyková obrazovka

Poslední navrhovaná úprava je, stejně jako sedadlo s opěradlem na pracovišti 010, z oblasti ergonomie. Při pozorování pracovního procesu bylo zjištěno, že všechny pozorované pracovnice jsou menšího, nebo průměrného vzrůstu a obrazovka na pracovišti 030 je pro ně příliš vysoko a tím mimo jejich zorné pole. Pokaždé, když pracovnice kontroluje správnou funkci pák a tlačítek na modulu, je nucena zvednout hlavu do nepřírozené polohy (během jedné 12 ti hodinové směny zhruba 1500x) – viz obrázek 58. Návrhem je umístit dotykovou obrazovku do prostoru, kde se momentálně nachází klávesnice. Tím se podstatně sníží pozorovací úhel a s tím spojené riziko vzniku bolestí krku a šíje.

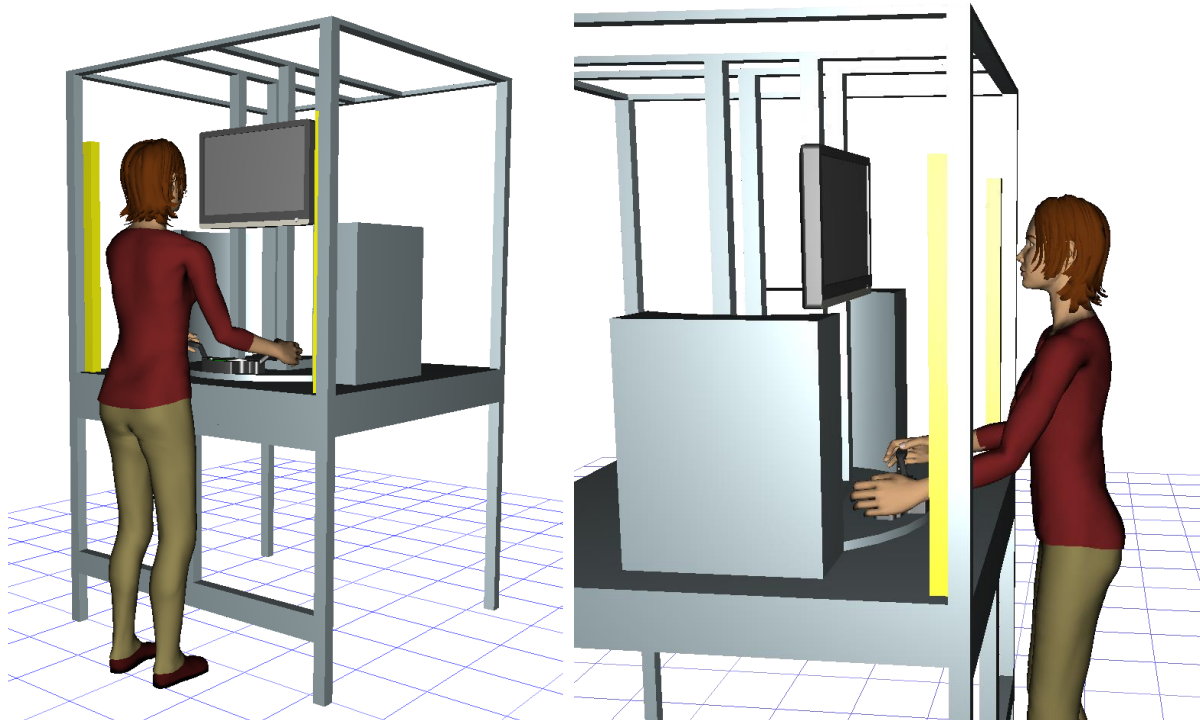


Obrázek 59 Současný způsob práce [vlastní]



Obrázek 58 Navrhovaná dotyková obrazovka [14]

Pro ověření správnosti navrhovaného doporučení byl vytvořen počítačový model pracoviště a pracovní poloha byla zanalyzována pomocí ergonomické metody RULA v programu Tecnomatix Jack podobně jako v kapitole 4.



Obrázek 60 Model navrhovaného stavu na pracovišti 030 + detail [vlastní]

Stejně jako v kapitole 4.3 RULA analýza pracoviště 030 byla do vstupních dat zadána manipulace s předmětem lehčím než 2 kg, frekvence nižší než 4x za minutu a žádné extrémní využití svalů a sil (viz obrázek 61).

The screenshot shows the 'Task Entry' tab of the RULA software. The 'Human' dropdown is set to 'human0'. Under 'Body Group A Loading (Arm, Wrist)', 'Muscle Use' has 'Normal, no extreme use' selected, and 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. 'Legs and Feet' has 'Standing, weight even. Room for weight changes.' selected. Under 'Body Group B Loading (Neck, Trunk)', 'Muscle Use' has 'Normal, no extreme use' selected, and 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. Buttons for 'Usage' and 'Dismiss' are at the bottom right.

Obrázek 61 Vstupní parametry metody RULA navrhovaného stavu na pracovišti 030 [vlastní]

The screenshot shows the 'Analysis Summary' tab of the RULA software. Job details include: Job Title: 'prac 030', Job Number: '003', Location: 'Kostal', Analyst: 'Kalvas', Comments: 'dotyk. obraz', and Date: '21.4.2017'. 'Body Group A Posture Rating' shows: Upper arm: 2, Lower arm: 3, Wrist: 2, Wrist Twist: 1, Total: 4. 'Body Group B Posture Rating' shows: Neck: 1, Trunk: 1, Total: 1. A summary box indicates: Muscle Use: Normal, no extreme use; Force/Load: < 2 kg intermittent load; Arms: Not supported. 'Legs and Feet Rating' shows: Standing, weight even. Room for weight changes. A yellow box displays 'Grand Score: 3' and 'Action: Further investigation needed. Changes may be required.' An 'Update Analysis' button is at the bottom, along with 'Usage' and 'Dismiss' buttons.

Obrázek 62 Výsledné parametry metody RULA navrhovaného stavu na pracovišti 030 [vlastní]

Oproti původnímu stavu, jehož výsledek analýzy RULA je na obrázku 48, je na první pohled patrný rozdíl v druhém sloupci vyhodnocení, označený jako Body Group B Posture Rating, což je označení pro svalovou skupinu trupu a krku. Hodnota rizika pro oblast krku klesla ze 4 na 1. Podobně klesla hodnota i pro celou oblast Body Group B a to z 5 na nejnižší možnou hodnotu 1. Je to dáno zejména posunutím obrazovky tak, aby úhel zaklonění hlavy při jejím sledování byl alespoň nulový. Celkové skóre rizika navrhovaného stavu dosahuje hodnoty 3 bodů (2. kategorie).

Závěr

Tato diplomová práce se zabývala racionalizací montážní linky ve společnosti KOSTAL CR spol. s r.o. Linka vykazovala v minulosti velké výkyvy produktivity zejména kvůli častým odstávkám z důvodu nedostatku vstupních materiálů, častým přechodům linky na montáž jiného typu výrobku a také kvůli poruchám samotné linky.

Primárním cílem této práce byla analýza současného stavu linky a zjištění příčin odstávek a poruch. Veškeré použité metody a jejich výsledky jsou popsány v kapitole 3 - Analýza současného stavu. Jednou z podkapitol je i snímek operací na všech manuálních pracovištích, díky kterému bylo možné identifikovat úzké místo výrobní linky. Na toto konkrétní pracoviště pak byla upřena zvýšená pozornost při návrhu na změny pracovišť, protože zvýšení produktivity tohoto pracoviště zvýší produktivitu celé linky.

Společně s analýzou současného stavu zároveň proběhlo i ověření správnosti pracovních pozic z hlediska ergonomie na všech manuálních pracovištích, a to konkrétně metodou RULA. Bylo zjištěno, že dvě z celkových tří manuálních pracovišť dosahují 3. kategorie rizika vzniku nemoci z povolání. Na tyto pracoviště tedy byla taktéž zaměřena pozornost při návrzích na změny. Konkrétní analyzované polohy, vstupní data analýz a jejich výsledky jsou detailně popsány v kapitole 4 - Ověření správnosti pracovních poloh z hlediska ergonomie.

V poslední kapitole jsou popsány konkrétní návrhy na zlepšení jednotlivých pracovišť, nebo jejich bezprostředního okolí. Zavedením těchto změn se dosáhne zlepšení pracovního prostředí z hlediska ergonomie, zlepšení v oblasti zásobování a logistiky a v neposlední řadě zvýšení produktivity celé montážní linky až o 4000 kusů výrobků na měsíc.

Doufám, že tato práce, a celý projekt s ní spojený, pomohl nejen mě s ověřením si získaných znalostí během studia, ale zároveň pomohl i společnosti KOSTAL CR spol. s r.o. a pracovníkům pracujícím na zkoumané výrobní lince.

Použitá literatura:

- [1] J. Košturiak a Z. Frolík, Štíhlý a inovativní podnik, Praha: Alfa Publishing, 2006.
- [2] Ing. doc. Michal Šimon Ph.D., *Přednášky předmětu KPV/PI (ZČU)*, Plzeň, 2016.
- [3] Ing. Marek Bureš Ph.D., *Přednáška z předmětu KPVŘOP (ZČU)*, Plzeň, 2015.
- [4] Bc. Zbyněk Kalousek, *Metoda Just In Time ve vybraném podniku*, Brno, 2008.
- [5] M. Gregor a J. Košturiak, *Just In Time: Výrobná filozofia pre dobrý management*, Bratislava: nakladatelství Elita, 1994.
- [6] „www.systemonline.cz,“ [Online]. Available: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm>. [Přístup získán 09 12 2016].
- [7] „www.e-api.cz,“ [Online]. Available: <http://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>. [Přístup získán 19 05 2017].
- [8] „www.kostal.cz,“ [Online]. Available: <http://www.kostal.cz/a/o-spolecnosti/politika-spolecnosti/index.html>. [Přístup získán 9 12 2016].
- [9] *Výrobní dokumentace společnosti Kostal CR spol. s.r.o.*
- [10] M. Bureš a M. Židvig, „Tvorba a optimalizace pracoviště, e-book,“ ZČU-KPV, Plzeň, 2013.
- [11] „www.kovovynabytek.cz,“ [Online]. Available: <https://www.kovovynabytek.cz/dilenska-zidle-typ-1290-pu-nor/p1290-PU-NOR/>. [Přístup získán 2 4 2017].
- [12] „www.kovovynabytek.cz,“ [Online]. Available: <https://www.kovovynabytek.cz/dilenska-zidle-typ-1290-pu-asy/p1290-PU-ASYN/>. [Přístup získán 2 4 2017].
- [13] „pfs.averydennison.com,“ [Online]. Available: <http://pfs.averydennison.com/en/home/pfs-products-and-services/printers/tabletop.html>. [Přístup získán 2 4 2017].
- [14] „www.autocont-ipc.cz,“ [Online]. Available: <https://www.autocont-ipc.cz/produkty/prumyslove-periferie-a-komponenty/prumyslove-monitory-a-lcd-kity/>. [Přístup získán 2 4 2017].

Evidenční list

Souhlasím s tím, aby moje diplomová práce byla půjčována k prezenčnímu studiu v Univerzitní knihovně ZČU v Plzni.

Datum:

Podpis:

Uživatel stvrzuje svým podpisem, že tuto diplomovou práci použil ke studijním účelům a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno	Fakulta/katedra	Datum	Podpis