

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza prostojů montážní linky

Autor: **Bc. Petra HOUSAROVÁ**

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

Konzultant: **Ing. Josef BABOR**

Akademický rok 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra HOUSAROVÁ**
Osobní číslo: **S15N0008P**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Název tématu: **Analýza prostojů montážní linky**
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Časové analýzy a normování
2. Úzká místa a plýtvání
3. Analýza a normování současného stavu
4. Vyhodnocení prostojů obsluhy a pracovišť
5. Návrhy na zlepšení
6. Přínosy a vyhodnocení

Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. KOŠTURIÁK, J., FROLÍK Z. a kol. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9
2. LHOTSKÝ, O. *Organizace a normování práce v podniku*. Vyd. 1. Praha: ASPI, 2005. Lidské zdroje. ISBN 80-7357-095-5
3. SVOZILOVÁ, A. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0
4. VLTAVSKÝ, M., JIZBA, J., KOLÁŘ, J. et al. *Racionalizace a normování práce*. 1. vyd. Trutnov: Dům kultury ROH Trutnov, 1987.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant diplomové práce: **Ing. Josef Babor**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Datum zadání diplomové práce: **19. září 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. června 2017**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



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

V Plzni dne 19. září 2016

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. Housarová | Jméno Petra | |
| STUDIJNÍ OBOR | 2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“ | | |
| VEDOUCÍ PRÁCE | Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D. | Jméno Michal | |
| PRACOVIŠTĚ | ZČU - FST - KPV | | |
| DRUH PRÁCE | DIPLOMOVÁ | BAKALÁŘSKÁ | Nehodící se škrtněte |
| NÁZEV PRÁCE | Analýza prostožů montážní linky | | |

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

| | | | | | |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|---|
| CELKEM | 75 | TEXTOVÁ ČÁST | 56 | GRAFICKÁ ČÁST | 3 |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|---|

| | |
|--|---|
| STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY | Cílem diplomové práce je analýza prostožů vybrané linky. Práce v první části popisuje základní principy štíhlého podniku a základní metody zlepšování. Dále se práce zabývá druhy časových snímků a analýzou, problematikou úzkých míst, plýtvání a prostožů. V praktické části je nejprve představena společnost Kostal CR, spol. s.r.o. Dále je v práci popsán časový snímek a průběh měření. Vyhodnocení měření zahrnuje porovnání jednotlivých časů, dále cyklový čas pracovišť, zmetkovitost a rozbor ztrátových činností. Poslední kapitolou je návrh na zlepšení současného stavu a vyhodnocení. |
| KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE | Analýza, prostož, spotřeba času, plýtvání, ztráty, omezení, zmetky, opravy |

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

| | | | |
|--------------------------|--|-----------------|----------------------------|
| AUTHOR | Surname Bc. Housarová | Name Petra | |
| 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 | Downtime Analysis of Assembly line | | |

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

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

| | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|---|
| TOTALLY | 75 | TEXT PART | 56 | GRAPHICAL PART | 3 |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|---|

| | |
|---|--|
| BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS | <p>The aim of the diploma thesis is downtime analysis of selected line. At first, the thesis describes the basic principles of lean enterprise and the basic methods of improving. Further, the thesis deals with types of time studies and analysis, the problems of bottlenecks, wastage and downtime. At first, in the practical part the company Kostal CR is presented. Further, the thesis describes the time record and progress of measurement. Evaluation of measurement involves comparison of time consumption, cycle time of workplaces, defective products and analysis loss-making activities. The last chapter of thesis presents proposal to improving the current situation and evaluation.</p> |
| KEY WORDS | Analysis, downtime, time consumption, wastage, losses, limitations, defective products, repairs |

Obsah

| | |
|---|----|
| Seznam obrázků..... | 8 |
| Seznam tabulek | 9 |
| Seznam použitých zkratk | 10 |
| Úvod..... | 11 |
| 1 Štíhlý podnik..... | 12 |
| 1.1 Štíhlá výroba | 12 |
| 1.2 Metoda 5S | 13 |
| 1.3 Management produktivity výrobních zařízení | 13 |
| 1.4 Rychlé změny | 14 |
| 2 Časové analýzy a normování | 15 |
| 2.1 Třídění spotřeby času..... | 15 |
| 2.1.1 Třídění spotřeby času pracovníka | 15 |
| 2.1.2 Indexy časových ztrát | 18 |
| 2.1.3 Třídění spotřeby času výrobního zařízení..... | 18 |
| 2.1.4 Třídění spotřeby času pracovních předmětů | 19 |
| 2.2 Metody měření spotřeby času | 20 |
| 2.2.1 Snímky pracovního dne | 21 |
| 2.2.2 Momentové pozorování | 22 |
| 2.2.3 Snímky operace..... | 22 |
| 2.3 Postup implementace | 23 |
| 3 Úzká místa a plýtvání | 25 |
| 3.1 Úzká místa | 25 |
| 3.2 Plýtvání | 27 |
| 3.3 Ztráty ve výrobě..... | 29 |
| 3.4 Prostoje | 30 |
| 4 Charakteristika společnosti | 32 |
| 4.1 Charakteristika vybraného pracoviště..... | 32 |
| 4.2 Popis procesu výroby..... | 34 |
| 5 Analýza a normování současného stavu | 36 |
| 5.1 Výběr sledovaného pracoviště | 36 |
| 5.2 Záznamový list..... | 36 |
| 5.3 Průběh měření | 37 |
| 6 Vyhodnocení měření..... | 39 |
| 6.1 Časový snímek pracovního dne 18. 11. 2016 | 39 |
| 6.2 Časový snímek pracovního dne 2. 12. 2016 | 40 |
| 6.3 Časový snímek pracovního dne 20. 1. 2017 | 41 |
| 6.4 Časový snímek pracovního dne 27. 1. 2017 | 43 |
| 6.5 Porovnání sledovaných činností seřizovače za všechna pozorování | 44 |
| 6.6 Porovnání směn z hlediska času práce a ztrát..... | 44 |

| | |
|---|----|
| 6.6.1 Čas práce a ztrát 18. 11. 2016..... | 44 |
| 6.6.2 Čas práce a ztrát 2. 12. 2016..... | 45 |
| 6.6.3 Čas práce a ztrát 20. 1. 2017..... | 46 |
| 6.6.4 Čas práce a ztrát 27. 1. 2017..... | 46 |
| 6.7 Cyklový čas..... | 47 |
| 6.7.1 Cyklový čas 20. 1. 2017..... | 47 |
| 6.7.2 Cyklový čas 27. 1. 2017..... | 48 |
| 6.8 Zmetkovitost | 49 |
| 6.8.1 Zmetkovitost 18. 11. 2016 | 49 |
| 6.8.2 Zmetkovitost 2. 12. 2016 | 50 |
| 6.8.3 Zmetkovitost 20. 1. 2017 | 51 |
| 6.8.4 Zmetkovitost 27. 1. 2017 | 52 |
| 6.9 Výkonová křivka..... | 53 |
| 6.9.1 Výkonová křivka 18. 11. 2016..... | 53 |
| 6.9.2 Výkonová křivka 2. 12. 2016..... | 54 |
| 6.9.3 Výkonová křivka 20. 1. 2017..... | 54 |
| 6.9.4 Výkonová křivka 27. 1. 2017..... | 55 |
| 6.10 Rozbor ztrátových činností | 55 |
| 7 Návrh na zlepšení současného stavu..... | 59 |
| 7.1 Signalizační zařízení | 59 |
| 7.2 Pravidelná údržba strojního zařízení..... | 59 |
| 7.3 Analýza vniklých závad..... | 59 |
| 7.4 Kvalifikovanost pracovníků..... | 60 |
| 7.5 Vybalancování pracovišť | 60 |
| 8 Přínosy a vyhodnocení..... | 61 |
| 8.1 Takt výroby..... | 61 |
| 8.2 Analýza využití výrobní kapacity | 61 |
| Závěr | 66 |
| Seznam použitých zdrojů a literatury | 67 |
| Seznam příloh | 68 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1-1 Prvky štíhlého podniku [6]..... | 12 |
| Obrázek 2-1 Třídy spotřeby času pracovníka – normovatelný čas [7]..... | 16 |
| Obrázek 2-2 Třídění spotřeby času pracovníka – ztráty času [7] | 17 |
| Obrázek 2-3 Třídy spotřeby času výrobního zařízení [7] | 19 |
| Obrázek 2-4 Třídění druhů spotřeby času pracovního předmětu [7]..... | 20 |
| Obrázek 2-5 Druhy časových studií [7]..... | 21 |
| Obrázek 3-1 Paretův diagram | 27 |
| Obrázek 4-1 Layout pracoviště..... | 33 |
| Obrázek 4-2 Ukázka nedokončeného podvolantového modulu – pracoviště AG 50..... | 34 |
| Obrázek 4-3 Pracoviště AG 80 a AG 90..... | 35 |
| Obrázek 4-4 Pracoviště AG 10, AG 40 a AG 50..... | 35 |
| Obrázek 5-1 Ukázka vyplněného záznamového listu..... | 37 |
| Obrázek 6-1 Grafické vyjádření zastoupení jednotlivých činností 18.11. – seřizovač... 40 | |
| Obrázek 6-2 Grafické vyjádření zastoupení jednotlivých činností 2.12. – seřizovač..... 41 | |
| Obrázek 6-3 Grafické vyjádření zastoupení jednotlivých činností 20.1. – seřizovač..... 42 | |
| Obrázek 6-4 Grafické vyjádření zastoupení jednotlivých činností 27.1. – seřizovač..... 43 | |
| Obrázek 6-5 Grafické vyjádření času práce a ztrát 18. 11. 2016..... 45 | |
| Obrázek 6-6 Grafické vyjádření času práce a ztrát 2. 12. 2016..... 45 | |
| Obrázek 6-7 Grafické vyjádření času práce a ztrát 20. 1. 2017..... 46 | |
| Obrázek 6-8 Grafické vyjádření času práce a ztrát 27. 1. 2017..... 46 | |
| Obrázek 6-9 Grafické znázornění – průměrný cyklový čas ze dne 20. 1. 2017 | 48 |
| Obrázek 6-10 Grafické znázornění – průměrný cyklový čas ze dne 27. 1. 2017 | 49 |
| Obrázek 6-11 Grafické znázornění zmetkovitosti – 18. 11. 2016 | 49 |
| Obrázek 6-12 Grafické znázornění celkového počtu zmetků – 18. 11. 2016..... 50 | |
| Obrázek 6-13 Grafické znázornění zmetkovitosti – 2. 12. 2016 | 50 |
| Obrázek 6-14 Grafické znázornění celkového počtu zmetků – 2. 12. 2016..... 51 | |
| Obrázek 6-15 Grafické znázornění zmetkovitosti – 20. 1. 2017 | 51 |
| Obrázek 6-16 Grafické znázornění celkového počtu zmetků – 20. 1. 2017..... 52 | |
| Obrázek 6-17 Grafické znázornění zmetkovitosti – 27. 1. 2017 | 52 |
| Obrázek 6-18 Grafické znázornění celkového počtu zmetků – 27. 1. 2017..... 53 | |
| Obrázek 6-19 Grafické znázornění plánovaného a vyrobeného počtu modulů 18. 11... 53 | |
| Obrázek 6-20 Grafické znázornění plánovaného a vyrobeného počtu modulů 2. 12..... 54 | |
| Obrázek 6-21 Grafické znázornění plánovaného a vyrobeného počtu modulů 20. 1..... 54 | |
| Obrázek 6-22 Grafické znázornění plánovaného a vyrobeného počtu modulů 27. 1..... 55 | |
| Obrázek 6-23 Paretův diagram – neshody..... 57 | |
| Obrázek 6-24 Grafické znázornění přehledu oprav na pracovišti AG 10 a AG 20B | 58 |
| Obrázek 6-25 Grafické znázornění přehledu oprav na pracovišti AG 70..... 58 | |
| Obrázek 8-1 Grafické znázornění výrobní kapacity | 64 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1-1 Jednotlivé kroky metody 5S [6] | 13 |
| Tabulka 3-1 Plýtvání [11] | 29 |
| Tabulka 3-2 Příklady řešení často vyskytujících se ztrát a plýtvání [6] | 29 |
| Tabulka 4-1 Popis prováděných operací na jednotlivých pracovištích | 34 |
| Tabulka 6-1 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností 18. 11. 2016 | 39 |
| Tabulka 6-2 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností 2. 12. 2016 | 41 |
| Tabulka 6-3 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností 20. 1. 2017 | 42 |
| Tabulka 6-4 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností 20. 1. 2017 | 43 |
| Tabulka 6-5 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností seřizovače | 44 |
| Tabulka 6-6 Cyklový čas na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 20. 1. 2017 | 47 |
| Tabulka 6-7 Cyklový čas na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 27. 1. 2017 | 48 |
| Tabulka 6-8 Přehled oprav na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9..... | 56 |
| Tabulka 8-1 Údaje o skutečném a kapacitním objemu výroby za jednotlivá měření..... | 61 |
| Tabulka 8-2 Porovnání kapacitní rezervy před a po odstranění zmetkovitosti [v ks] | 62 |
| Tabulka 8-3 Přehled osobních ztrát a možného navýšení počtu kusů | 62 |
| Tabulka 8-4 Přehled čekání na zahájení výroby a možného navýšení počtu kusů..... | 63 |
| Tabulka 8-5 Postupné navýšení výrobní kapacity odstraněním ztrát [v ks] | 63 |
| Tabulka 8-6 Postupné navýšení využití výrobní kapacity odstraněním ztrát [v %] | 64 |
| Tabulka 8-7 Navýšení využití výrobní kapacity | 64 |

Seznam použitých zkratk

| | |
|-------|---|
| 5S | Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke |
| TPM | Total Productive Maintenance |
| SMED | Single Minute Exchange of Die |
| TOC | Theory of Constraints |
| k_c | Koeficient celkového využití výrobní kapacity |
| n | Objem zadávané výroby za směnu |
| Q_s | Skutečný objem výroby |
| Q_p | Kapacitní objem výroby |
| t_o | Délka směny |
| T_v | Takt výroby |

Úvod

Trendem dnešní doby je soustavné zdokonalování výrobních procesů za účelem dosažení co nejvyšší efektivity práce a zároveň nejnižších nákladů. Úlohou každého výrobního podniku je vytvářet podmínky pro trvalý růst výroby na základě růstu produktivity práce. Toho lze dosáhnout snižováním spotřeby času. V rámci zajištění snížení spotřeby času je potřeba neustále zvyšovat kvalifikaci a technickou úroveň pracovníků, jelikož člověk je stále rozhodující složkou výroby. Na produktivitu práce má vliv i účelné rozmístění lidí ve výrobním procesu a správná organizace práce. Výše produktivity práce pak závisí na množství času potřebného na provedení dané práce. Čím je tedy čas kratší, tím je produktivita práce vyšší. Možným východiskem, jak docílit lepších výsledků, je eliminování plýtvání a ztrát, které se v daném výrobním procesu vyskytují. Nicméně mnohem důležitější a hlavně složitější než eliminovat plýtvání je jej nalézt, popsat a analyzovat důvody vzniku.

Tato práce je zaměřena právě na analýzu vznikajících prostojů ve společnosti Kostal se sídlem ve Zdicích, okres Beroun. Před provedením analýzy je potřeba seznámit se s vybraným pracovištěm a s probíhajícími procesy. Dalším cílem je provedení samotných měření za pomoci metodiky časové studie na vybraných pracovištích, zpracování všech naměřených údajů a následně pak vyhodnocení.

Cílem této diplomové práce je identifikace vznikajících prostojů na vybrané lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 a navržení možných způsobů na zlepšení současného stavu včetně závěrečného vyhodnocení a jejich přínosů.

1 Štíhlý podnik

Štíhlost podniku znamená dělat pouze takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než konkurenční firmy a to při vynaložení méně finančních prostředků. Štíhlost je filozofie, kde jde v první řadě o zvyšování výkonnosti firmy tím způsobem, že daná společnost dokáže vyprodukovat více než konkurence, že s určitým počtem pracovníků a výrobních zařízení vyrobí vyšší přidanou hodnotu než jiné společnosti, že během daného času vyřídí více objednávek a že na jednotlivé podnikové procesy a činnosti spotřebuje méně času. Princip štíhlosti podniku je v tom, že děláme přesně to, co vyžaduje náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují. Jednoduše řečeno být štíhlý tedy znamená vydělat více peněz, vydělat je rychleji a s vynaložením menšího úsilí.

Základní myšlenkou této filozofie je zkracování průběžného času eliminací plýtvání, aby byly včas dodávány výrobky vysoké kvality při nízkých nákladech.

Koncept štíhlé výroby se vytváří už v předvýrobních etapách a značná část parametrů štíhlého podniku je silně ovlivněna logistickým řetězcem či procesy v administrativě.

Z tohoto důvodu štíhlá výroba nemůže správně fungovat bez úzkého propojení s vývojem výrobků a technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou v podniku. Strukturu štíhlého podniku znázorňuje následující Obrázek 1-1, součástí štíhlého podniku není pouze soubor metod a postupů, ale důležitým prvkem jsou především lidé, jejich postoj k práci, znalosti a motivace. [6]



Obrázek 1-1 Prvky štíhlého podniku [6]

1.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je vedle štíhlého vývoje, logistiky a administrativy jeden ze základních pilířů štíhlého podniku. Štíhlou výrobu lze chápat jako soubor metod, nástrojů a principů, kterými se soustředujeme na výrobní pracoviště, linky, výrobní zařízení a pracovníky. Cílem je mít stabilní, flexibilní a standardizovanou výrobu.

Hlavní cíle štíhlého pracoviště jsou následující [6]:

- zvýšení výkonnosti,
- snížení úrazovosti a zatížení organismu,
- zvýšení autonomnosti a možnosti víceobsluhy,

- zlepšení kvality a stability procesu.

1.2 Metoda 5S

Důležitou součástí štíhlého pracoviště je i jeho optimální uspořádání, organizace a pořádek. Výše uvedených parametrů štíhlého pracoviště lze dosáhnout metodou 5S.

Název metody 5S vznikl z pěti japonských slov, vyjadřují jednotlivé kroky této metody, které popisuje Tabulka 1-1.

Tabulka 1-1 Jednotlivé kroky metody 5S [6]

| Krok | | Akce |
|-----------------|--------------------|--|
| seiri | seřadit, separovat | Definovat položky, které jsou na pracovišti potřebné a které se musejí z pracoviště odstranit. |
| seiton | systematizovat | Definovat přesné místo pro položky na pracovišti. |
| seiso | společně čistit | Vyčištění a uspořádání pracoviště. |
| seiketsu | standardizovat | Standardy uspořádání pracoviště. |
| shitsuke | stále zlepšovat | Audity a zlepšování systému 5S. |

Zásady 5S:

- definování potřebných pomůcek a zařízení na pracovišti,
- odstranění všeho zbytečného z pracoviště,
- přesné definování místa pro uložení potřebných položek na pracovišti,
- udržování čistoty a pořádku na pracovišti,
- dodržování disciplíny, pořádku a rozvoj myšlení a kultury 5S.

Cílem zavedení metody 5S je zlepšení pracovního prostředí, procesů a výrobků prostřednictvím aktivního přístupu ze strany zaměstnanců. [6]

1.3 Management produktivity výrobních zařízení

Management produktivity výrobních zařízení (TPM – Total Productive Maintenance) je jedním ze základních prvků štíhlého podniku. Cílem konceptu TPM je dosažení vysoké produktivity výrobních zařízení. Snahou tohoto systému je zapojení všech pracovníků do aktivit směřující k minimalizaci prostojů zařízení, nehod a zmetků. Jedná se především o pracovníky obsluhující dané zařízení, jelikož právě oni mají největší šanci jako první zachytit případné zdroje budoucích poruch či nějaké abnormality. [6]

Základní prvky TPM [6]:

- program zvyšování celkové efektivnosti zařízení,
- systém údržby a informační systém,
- program plánování pro nové zařízení a díly,
- program vzdělávání a tréninků,
- program plánované údržby,

- program autonomní péče o zařízení.

Jednou z hlavních oblastí, kde je možné zvýšit produktivitu výrobních zařízení, je eliminace přerušování jejich práce. Klasická údržba se ve většině případech zabývá především přerušением výrobního zařízení vzniklým v důsledku poruchy. [6]

TPM používá pět základních činností na eliminaci přerušování práce výrobního zařízení [6]:

- používání optimálních podmínek pro práci zařízení (čištění, mazání, utahování šroubů apod.)
- dodržování předepsaných provozních podmínek,
- včasné diagnostikování a obnovení poškozených prvků,
- odstraňování konstrukčních nedostatků v zařízení,
- zdokonalování schopností pracovníků v oblasti obsluhy, diagnostiky a údržby zařízení.

Další oblastí, do které TPM zasahuje, jsou i ztráty při práci zařízení s poškozenými komponenty nebo při použití nesprávných pracovních metod.

TPM program přináší především zvýšení produktivity zařízení a zvýšení účinnosti údržby. Vyžaduje velké změny zejména v myšlení a spolupráci mezi odděleními údržby a výroby. Úspěch implementace TPM velmi závisí na podpoře vrcholového managementu, který musí správně definovat cíle i organizační rámec pro implementaci jednotlivých prvků TPM. Cílem je tedy postupné redukování neplánovaných oprav a zvýšení podílu plánovaných údržbářských činností vedoucí k produkci kvalitních výrobků při předepsaných provozních podmínkách. [6]

1.4 Rychlé změny

Metoda rychlé změny (SMED – Single Minute Exchange of Die) je řada technik umožňující přestavby výrobních strojů za méně než deset minut. Principem této metody je snížení kroků nastavení výrobního zařízení, aby se dosáhlo okamžité změny neboli zkrácení průběžné doby přestavby a nedošlo k přerušování kontinuálního průtoku. [13]

Základní cíle SMED [6]:

- Získat část kapacity stroje, která se ztrácí jeho dlouhým přestavováním. Tento cíl má smysl hlavně tehdy, když je daný stroj úzkým místem.
- Zjistit rychlý přechod z jednoho typu výrobku na druhý, a tím umožnit výrobu v malých dávkách. Výroba v malých dávkách znamená vyšší pružnost, nižší rozpracovanost výroby a kratší průběžnou dobu ve výrobě.

2 Časové analýzy a normování

Hlavní funkcí každého podniku je vytváření podmínek pro trvalý růst výroby, na základě neustálého růstu produktivity práce, čehož lze dosáhnout snižováním spotřeby času na jednotku produkce.

Navzdory neustálého zdokonalování a pořizování nejnovějších výrobních zařízení zůstává nejdůležitější součástí výroby člověk a jeho práce. Z tohoto důvodu je velmi důležité věnovat pozornost správné organizaci práce, vhodnému rozmístění lidí ve výrobním procesu a zvyšování jejich kvalifikace. Výše produktivity práce je určena množstvím času, kterého je na splnění plánované práce potřeba. Čím kratšího času se dosáhne, tím vyšší je produktivita práce. Úspora práce a zároveň dobrá kvalita výrobku je pak ukazatelem dokonalosti výrobního procesu. [12]

2.1 Třídění spotřeby času

Na základě obsahu dějů a činností se rozlišují různé kategorie spotřeby času. Rozdělení spotřeby časů do rozdílných skupin usnadňuje samotné zpracování časových údajů a především jejich porovnání, analyzování a uspořádání.

Spotřeby času se dělí do třech základních skupin a to podle toho, zda jsme zaměřeni na pracovníka, zařízení nebo výrobek.

Všechny tyto kategorie zahrnují:

Nutný (normovatelný) čas – je stanoven úhrnem spotřeby času nezbytně potřebné pro žádoucí, účinný a hospodárny průběh technologických a pracovních procesů a činností potřebných k realizaci pracovních úkolů. Na základě nutného času, který sestává z času nutné práce, nutných přestávek pracovníků, nutných činností i nezbytných činností zařízení, času nutných pohybů a potřebné nečinnosti předmětu práce, jsou stanoveny normy spotřeby času.

Zbytečný čas (ztráty času) – je čas nepotřebný pro funkční průběh technologických a pracovních procesů a činností souvisejících s vykonáváním pracovních úkolů. Z tohoto hlediska se nemá aplikovat při operativním plánování a stanovení norem spotřeby práce. Eliminací ztrátového času lze dosáhnout zlepšení organizace práce a zvýšení produktivity práce účelným využitím časových rezerv.

Skutečný čas – je zjištěný čas trvání určité činnosti nebo přestávky pracovníka, zařízení či materiálového toku. Tento čas se získá pomocí pozorování a měření.

Vzhledem k účelu měření se časové záznamy provádí v průběhu pracovní směny (pracovního dne) a v průběhu operace (zpracování jednotky výroby, pracovního úkolu). [7]

2.1.1 Třídění spotřeby času pracovníka

Jednotlivé druhy spotřeby času se člení podle schématu, který znázorňuje Obrázek 2-1.

Čas práce – označení všech druhů spotřeby času souvisejících s vykonáváním činností nezbytných k uskutečnění určité operace nebo činnosti.

Čas obecně nutných přestávek – je čas vymezený pro přerušování práce z hlediska fyziologických a hygienických potřeb pracovníků.

- **Čas přestávky na zvláštní oddech** – je vytyčen k opětovnému nabytí energie zejména po jejím vyčerpání při namáhavých pracích.
- **Čas přestávky na přirozené potřeby** – je doba určená pracovníkovi na pití a na osobní hygienu.
- **Čas přestávky na jídlo a oddech** – je doba poskytována všem pracovníkům povinně a to podle zákoníku práce.

Čas podmínečně nutných přestávek – je dobou opakujících se nevyhnutelných činností respektive čekání pracovníků podmíněné prozatím neměnnou úrovní používané techniky, technologie a organizace práce.

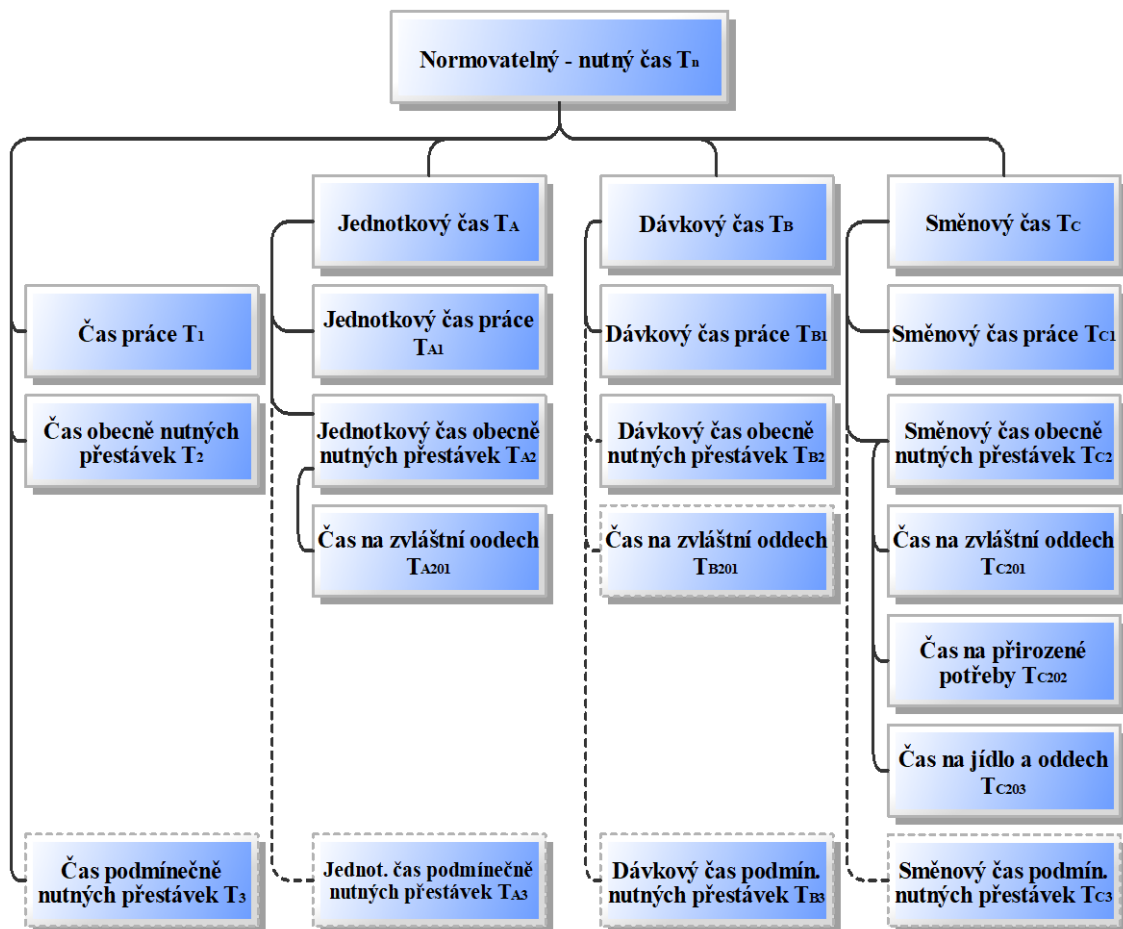
Jednotkový čas – jsou časy stále se opakujících technologických a pracovních činností vztahené na jednotku produkce, výkonu či zpracovaného množství (kusů, kilogramů, metrů)

Dávkový čas – se vztahuje na zpracování celé dávky produkce, čili závisí na počtu zpracovaných dávek.

Směnový čas – je doba trvání práce a přestávek za stanovenou pracovní směnu či za její určitou část. Směnový čas je závislý na počtu směn nikoliv na počtu a velikosti zpracovaných dávek.

Čas za klidu – je v době nečinnosti obsluhovaného výrobního zařízení.

Čas za chodu – je spotřeba času pracovníka, k níž dochází v době činnosti jím obsluhovaného výrobního zařízení (kontrolní měření). [7]

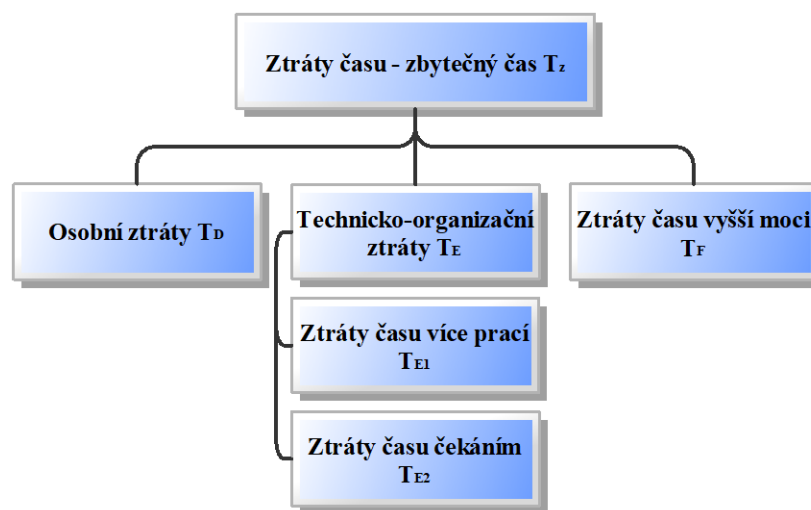


Obrázek 2-1 Třídy spotřeby času pracovníka – normovatelný čas [7]

Ztráty času – veškeré časy nepotřebné pro funkční průběh pracovního procesu během celé směny. Souhrn ztrát času za celou směnu vytváří přehled o rezervách využití pracovního času. Jednotlivé druhy ztrát schematicky znázorňuje Obrázek 2-2.

Ztráty času pracovníka se dělí na:

- **Osobní ztráty času** – jsou ztráty způsobené pracovníkem (opožděný příchod na pracoviště, rozhovor s jiným pracovníkem, odchod z pracoviště během chodu stroje, oprava vadných kusů způsobená vlastní chybnou prací).
- **Technickoorganizační ztráty** – ztráty vytvořené nedostatečným organizačním a technickým zajištěním pracoviště (čekání na opravy, čekání na materiál, opravy výrobků).
- **Ztráty času vyšší mocí** – ztráty způsobené neočekávaným ukončením pracovního procesu (přerušení dodávky energie). [7]



Obrázek 2-2 Třídění spotřeby času pracovníka – ztráty času [7]

Symboly spotřeby času pracovníka

Symbol se skládá z primárního znaku a indexu. Primární znak symbolu má podobu malého písmene t (čas vztažený k určité jednotce výroby) či velkého písmene T (čas pracovní směny). [7]

Index základního znaku je sestaven z jednoho velkého písmene a z jedné až tří číslic, kde je důležité zejména pořadí jednotlivých číslic. [12]

Závislost daného času je vyjádřena následujícími písmeny [7]:

- A – jednotkový čas,
- B – dávkový čas,
- C – směnový čas,
- N – souhrn normovatelných časů za směnu.

Číslice uvedené na druhém místě zleva [12]:

- 1 – čas práce t_1 ,
- 2 – čas obecně nutných přestávek t_2 ,
- 3 – čas podmíněně nutných přestávek t_3 .

Spotřeby času obecně nutných přestávek se dále rozlišují číslicemi umístěnými na třetí a čtvrté pozici.

Číslice uvedené na třetím místě [7]:

- 1 – čas řízeného chodu,
- 2 – čas automatického chodu,
- 3 – čas nezávislého chodu.

Číslice uvedené na čtvrtém místě [12]:

- 1 – čas na zvláštní oddech,
- 2 – čas přestávek na přirozené potřeby,
- 3 – čas přestávek na jídlo.

V případě, že není potřeba rozlišit spotřebu času, tak se na pozici číselného indexu napíše 0.

2.1.2 Indexy časových ztrát

Hlavním znakem indexu časových ztrát je velké písmeno T vyjadřující úhrn specifických ztrát připadající na dobu jedné směny.

Symbyoly ztrát času jsou vyjádřeny následujícími písmeny [7]:

- O – osobní ztráty,
- T – technickoorganizační ztráty,
- F – ztráty z vyšší moci.

2.1.3 Třídění spotřeby času výrobního zařízení

Pro stanovení normy času výrobního stroje je potřeba zjistit spotřebu času daného výrobního zařízení viz Obrázek 2-3. Třídění času výrobního stroje je určeno zejména pro zjišťování spotřeby času objemných a nákladných výrobních agregátů a zařízení. Normy výkonu zde není vhodné určovat, jelikož nejdůležitější je optimální chod stroje a činnosti pracovníků obsluhující výrobní zařízení, doby trvání se podřizují požadavkům zařízení. [7]

Jednotlivé spotřeby času výrobního zařízení [12]:

Čas chodu – doba činnosti výrobního stroje nezbytná pro vykonání dané výrobní operace.

Čas hlavního chodu – je doba činnosti výrobního stroje, během které dané zařízení přetváří určitý předmět.

Čas pomocného chodu – je doba činnosti, kdy zařízení musí vykonávat i podpůrné činnosti vedoucí k dokončení pracovního úkolu. (vrácení nástroje do původní polohy, přemístění předmětu na další operaci)

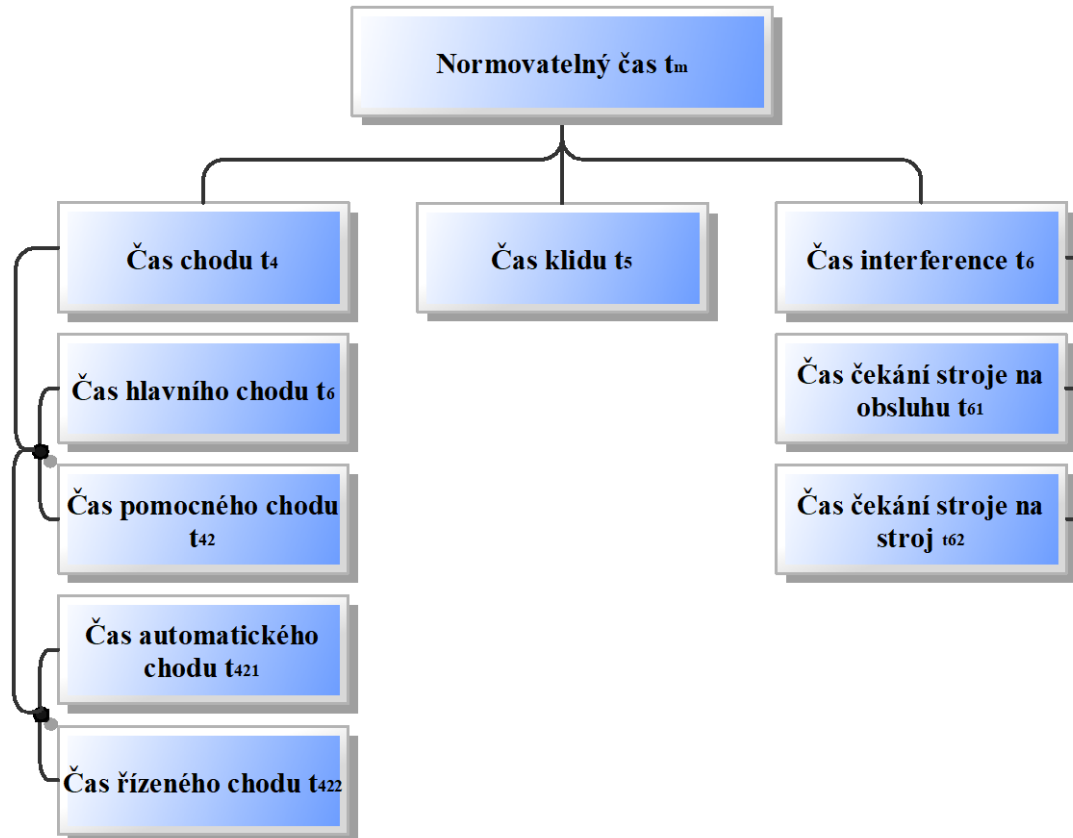
Čas automatického chodu – je čas samostatné činnosti výrobního stroje bez nutnosti zásahu pracovníka.

Čas řízeného chodu – znamená, že výrobní zařízení nemůže pracovat samočinně, ale je vyžadována obsluha ze strany příslušného pracovníka.

Čas klidu – je u výrobního zařízení doba, kdy lze provádět úkony, jenž je možno vykonávat pouze za klidu stroje.

Čas interference – čas nečinnosti výrobního stroje.

- Čekání na obsluhu
- Čas čekání stroje na stroj



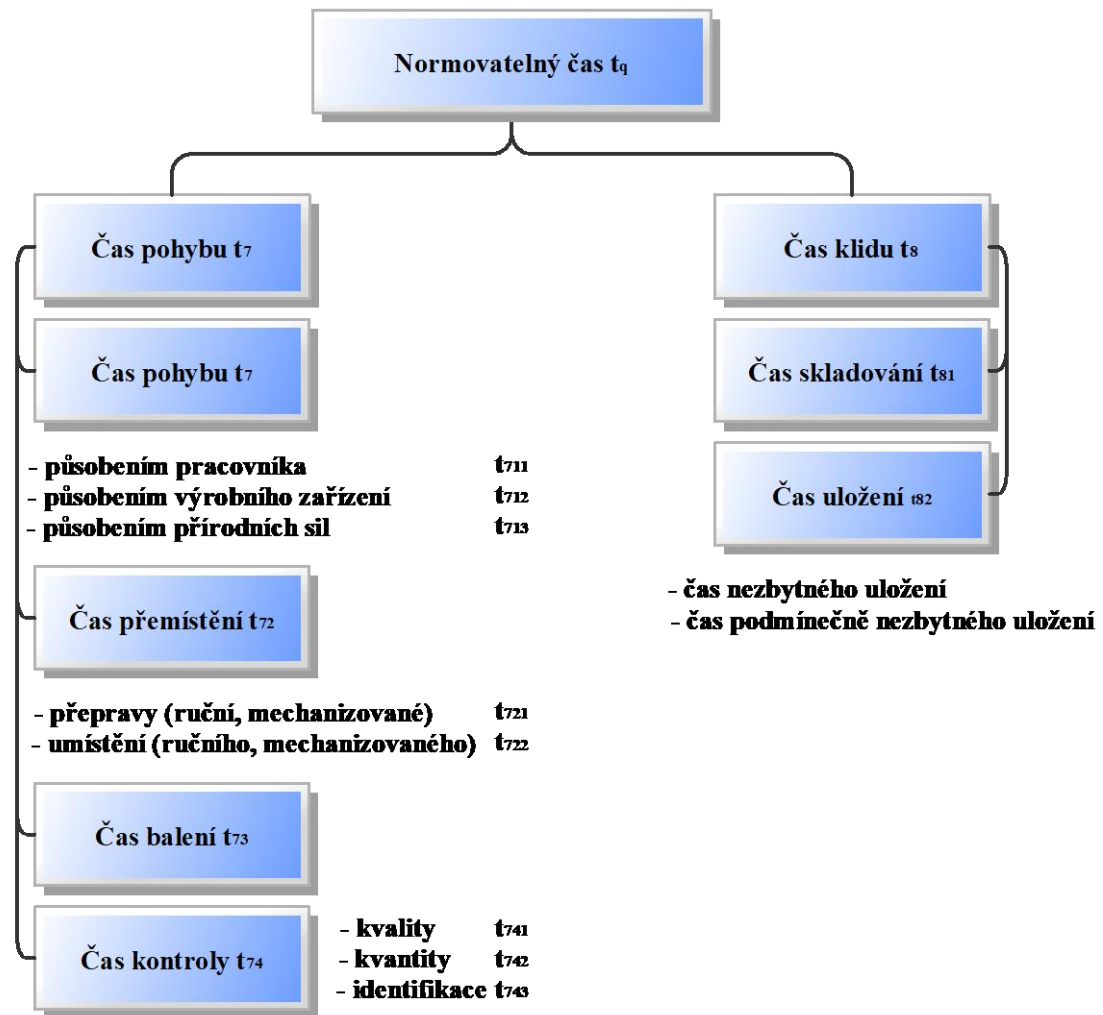
Obrázek 2-3 Třídy spotřeby času výrobního zařízení [7]

Analýza vyžaduje současně i přesnou identifikaci příčin prostojů zařízení, které mohou vznikat z následujících příčin [11]:

- technologické (výměna, čištění),
- stav zařízení (prohlídky, opravy),
- pracovní režim (směny),
- organizace a řízení výroby (návaznost, obsluha více strojů, změna velikosti výrobních dávek, organizace kontroly jakosti).

2.1.4 Třídění spotřeby času pracovních předmětů

Spotřeby času předmětu práce se provádí kvůli zjištění materiálového toku, stanovení optimálních dávek surovin a materiálů a zároveň i zásobování nejen samotného materiálu, ale i zásobování nástroji a pomůckami. Členění spotřeby času pracovního předmětu znázorňuje Obrázek 2-4. [7]



Obrázek 2-4 Třídění druhů spotřeby času pracovního předmětu [7]

2.2 Metody měření spotřeby času

Měření spotřeby času slouží v první řadě ke zjištění doby trvání jednotlivých technologických a pracovních činností, na základě kterých se dají stanovit normy spotřeby času pro jednotlivé pracovní operace a jejich složky jako kritéria výkonnosti pracovníků. Dále se měření spotřeby času využívá pro plánování a řízení práce a výroby.

Měření spotřeby času obsahuje [7]:

- podrobnou analýzu určité pracovní činnosti včetně jejích složek a zjištění doby jejich trvání a technických a organizačních podmínek, ve kterých je vykonávána,
- měření skutečné doby trvání nutných přestávek v práci,
- měření doby trvání podmíněčně nutných přestávek v práci,
- měření doby zbytečných činností a ztrát včetně odhalení jejich příčin,
- analýza naměřených skutečných časů, posouzení jejich věrohodnosti a určení průměrných hodnot,
- nalezení míst s vysokou spotřebou času, kterou lze snížit,
- určení optimální spotřeby času pro nejvýhodnější a uskutečnitelné technické a organizační podmínky,

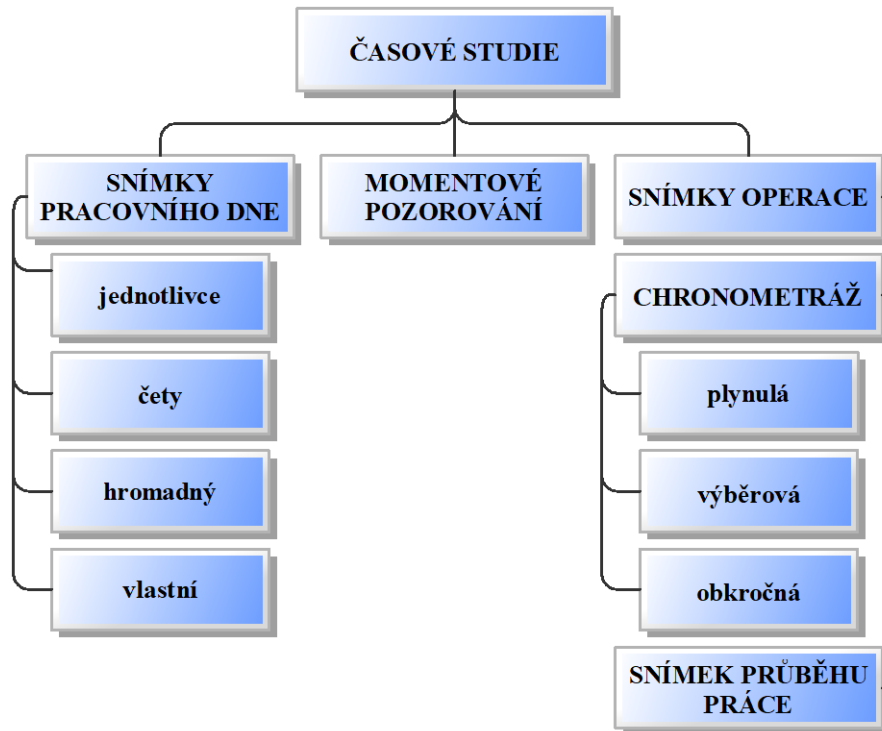
- navržení normy stanovující velikost spotřeby času pro určitou pracovní činnost a její složky a podmínky, za kterých má být vykonávána.

Přístroje k měření spotřeby času:

- stopky,
- kamera.

Druhy časových studií

Druhy časových studií, nejčastěji používané při měření spotřeby času, schematicky znázorňuje Obrázek 2-5.



Obrázek 2-5 Druhy časových studií [7]

2.2.1 Snímky pracovního dne

Snímek pracovního dne je metodou měření spotřeby času pracovníka či výrobního zařízení, kdy se časové údaje včetně jejich popisu zaznamenávají nepřetržitě během celé pracovní směny. Účelem provádění snímku pracovního dne je získání detailního popisu spotřebovávaného času během směny, přehled o četnosti výskytu přestávek a jejich velikosti, zjištění ztrát a jejich příčin a podílu jednotlivých druhů času v celkovém čase směny.

Záznamy snímků pracovního dne se využívají pro [7]:

- rozborů a navrhování opatření ke zdokonalení organizace práce a odstranění ztrát,
- zjišťování příčin nízkých výkonů,
- analýzy vysoce produktivních postupů,
- zjišťování stupně využití pracovníků, výrobních zařízení,
- stanovení normovaných hodnot časů směnových, dávkových a časů obecně nutných přestávek,

- zjišťování potřebných počtů pracovníků a stanovení norem obsluhy a normativů početních stavů.

Hromadný snímek se používá v případech, kdy jeden pozorovatel dokáže pozorovat a zaznamenat současně několik pracovišť.

Vlastní snímek pracovního dne dělá sám pracovník, aby měl přehled o tom, jak využívá čas a jaké příčiny mu překáží v lepším využití.

2.2.2 Momentové pozorování

Momentové pozorování je metoda, která poskytuje obdobné údaje jako snímek pracovního dne.

Touto metodou se zjišťuje podíl vybraných činností a ztrát na celkovém času směny. Metoda je založena na teorii pravděpodobnosti a vychází ze zásady, že reprezentativní počet náhodně vybraných údajů zpravidla vykazuje shodné rozdělení jednotlivých druhů údajů, jako je ve skutečnosti a jaké by se s dostatečnou přesností získalo, kdyby byly zjišťovány všechny údaje, které se vyskytnou. Výsledky momentového pozorování se výrazně neodlišují od výsledků získaných plynulým pozorováním.

Výhodou momentového pozorování je výrazně menší časová náročnost, nízké náklady, jednoduchost metody i to, že pozorovatel není trvale na pracovišti.

Nevýhodou je, že při větších nárocích na podrobnost a přesnost rychle roste počet nutných pozorování.

Výsledkem momentového pozorování nejsou přímo údaje o velikosti spotřeby času, ale z četnosti výskytu jednotlivých činností odvozené jejich podíly na celkovém čase směny. Metodu je vhodné používat v případech, kdy jeden pozorovatel má sledovat souběžně více pracovníků nebo pracovišť, zařízení a také při pracovních činnostech vykonávaných ve skupinách a ve větším prostoru. [7]

2.2.3 Snímky operace

Snímky operace jsou metodou přímého měření skutečné spotřeby času při opakujících se pracovních operacích i jejich částí. Z naměřených hodnot se vyhodnocuje trvání jednotlivých dílčích částí a celé operace připadající na zpracovanou jednotku.

Prostřednictvím snímků operace se získávají podklady k případnému zlepšení organizace práce, pracovního postupu, snížení spotřeby času prvků i celé operace. Získané údaje jsou podkladem pro přímé stanovení norem času operace a tvorbu normativů.

Plynulá chronometráž – plynule se měří časový průběh operace s pravidelným, předem známým sledem dílčích úkonů. Před pozorováním se nejdříve zapíše dílčí části operace do pozorovacího záznamu a během pozorování se průběžně zaznamenávají postupné časy změřené v každém mezním bodě. V případě, že během měření času operace je přerušen pravidelný cyklus, zaznamenávají se příčiny tohoto přerušení a doba jeho trvání. Časy přerušení se vylučují z jednotkových časů. Spotřeba času se měří nejčastěji metodou postupných časů. V praxi se tento snímek zpravidla používá v podmínkách sériové a hromadné výroby.

Výběrová chronometráž – měří se jen některé vybrané části operace. Zpravidla jsou to části, které se dosud neprováděly a nejsou tedy o nich údaje, nebo se mění postup jejich provedení. Při pozorování a měření je potřebné očekávat mezní bod, kdy se vyskytne

vybraná část operace určená k měření. Spotřeba času se měří zpravidla metodou jednotlivých časů, tj. přerušovaně. Metodou postupných časů by bylo měření komplikované a mohlo by docházet k chybným záznamům. K měření spotřeby času při cyklicky se opakujících operacích i sledu jejich částí je výhodné použít videozáznam.

Snímek průběhu práce – umožňuje sledování pracovní operace s nepravidelným cyklem, při které nelze předvídat časový sled jednotlivých částí operace. Opakují se sice shodné části operace, ale jejich sled je většinou rozdílný, jelikož je vykonávání operace ponecháváno na vůli a kvalifikaci pracovníka. Při pozorování se zaznamenává nejen spotřeba času jako při chronometráži, ale stručný název a popis dílčích činností, protože je nelze předem určit. V některých případech se snímku používá k nalezení nejvhodnějšího způsobu práce a k zavedení pravidelného pracovního postupu. Tohoto snímku se většinou využívá v podmínkách kusové a malosériové výroby. Podle povahy pracovní činnosti, zejména její opakovatelnosti, pravidelnosti průběhu a požadavků na přesnost časových údajů, podle stálosti technických a organizačních podmínek je potřebné provést určitý počet měření.

K metodám studia práce a měření spotřeby času patří dvoustranné pozorování. Používá se tam, kde výrobní proces je pracovní činností ovlivněn jen v menší míře, která spočívá spíše v kontrolní a regulační činnosti s krátkodobými zásahy. V čase práce mají značný podíl činnosti, které nemají zjevný charakter fyzické práce (kontrola, odebrání vzorků), ale jsou to činnosti nezbytné.

Při pozorování se sledují doba trvání a podmínky technologických i pracovních dějů. Pomocí dvoustranného pozorování se řeší konkrétní problémy v aparaturních a agregátních výrobních, jako např. stanovení účelné dělby práce mezi jednotlivci, určení nejvhodnějšího pracovního postupu, stanovení a zabezpečení potřebného využití a výrobnosti zařízení v průběhu směny a norem obsluhy. Této metody se také používá ke zjištění vlivu pracovníků na úroveň a výsledky výroby, ke zhodnocení úrovně technologického a pracovního procesu a k hledání způsobu jejich zdokonalení. [7]

2.3 Postup implementace

Příprava a postup měření [7]:

- 1) Vymezení cíle zkoumání a měření času.
- 2) Vybrání vhodného pracoviště, výrobního zařízení či pracovníka, kde se bude provádět časový snímek. Vybraní pracovníci by měli mít požadovanou kvalifikaci a vykonávat pracovní činnost dle stanovených pokynů.
- 3) Obeznamení pracovníků, jichž se týká pozorování pracovních činností, s průběhem a požadavky měření času. Zajistit kooperaci pracovníků provádějících měření s mistry, provozními techniky a technologi.
- 4) Zaznamenání identifikačních údajů, označení pracoviště, datum a čas pozorování a údaje o pozorovaném pracovníkovi, průběhu a způsobu vykonávání pracovních činností do pozorovacího listu.
- 5) Vybrání postupu zjišťování spotřeby práce s ohledem na přesnost výstupů z měření či výběr měřících přístrojů.
- 6) Segmentace sledované pracovní činnosti na dílčí úkony včetně jejich popisu.
- 7) Stanovení doby trvání samotného pozorování.
- 8) Příprava vhodných pozorovacích formulářů.

Pozorování, vyhodnocování a úprava zjištěných údajů a naměřených hodnot [7]:

- 1) Pozorování a zaznamenávání skutečného průběhu zvolené pracovní činnosti na pozorovací list.
- 2) Časové údaje se zaznamenávají vždy v mezním bodě pozorovaných činností nebo během nějaké změny dané činnosti. Při zapisování časových údajů je důležité dodržet časovou posloupnost. Zaznamenaný čas se označuje jako postupný čas. Jednotlivé časy činností se získají odečtením dvou bezprostředně za sebou následujících postupných časů.
- 3) Zapsání časových údajů jednotlivých pracovních činností včetně stručného popisu a zaznamenání přestávek.
- 4) Analýza úplnosti a přesnosti záznamu, mezních bodů u jednotlivých pracovních činností, pracovních podmínek za jakých se měření vykonávalo a především analýza činitelů ovlivňujících trvání spotřeby časů.
- 5) Vypočítání jednotlivých časů z řady postupných časů.
- 6) Kontrola spolehlivosti měření času, případně vyřazení některých naměřených hodnot z časového záznamu s výstižným odůvodněním vyloučení z časové řady.
- 7) Vypočítání střední hodnoty časových řad.

Analýza a měření práce

Analýza práce znamená systematické přezkoumávání pracovních metod. Studium pracovních postupů je systematický záznam a detailní prozkoumání způsobu práce, aby mohla být realizována zlepšení.

Cílem analýzy práce je rozbor faktorů ovlivňujících spotřebu času a navržení nápravných opatření na snížení spotřeby času. [1]

Postup studia práce a měření času:

- 1) Výběr a určení rozsahu – práce, která má být studována.
- 2) Seznámení s pracovištěm a vymezení sledovaných dějů.
- 3) Stanovení počtu snímků.
- 4) Přímé měření – stanovení spotřeby času za pomoci stopek a potřebných formulářů.
- 5) Zpracování získaných dat – přepisování naměřených údajů do elektronické podoby.
- 6) Rozdělení činností na produktivní a neproduktivní.
- 7) Rozbor jednotlivých činností – kritický rozbor veškerých prováděných činností.
- 8) Posouzení efektivity provádění dané pracovní činnosti pracovníkem.
- 9) Identifikace problémových oblastí – určení nedostatků.
- 10) Definování nápravných opatření.

3 Úzká místa a plýtvání

Podnikové procesy jsou vzájemně propojeny do toku, ve kterém se pohybuje materiál, informace a pracovníci. Důležité je uvědomit si, že nestačí hledat plýtvání pouze v samotném procesu. Velmi často se plýtvání nachází v propojeních mezi procesy. Nejčastější chybou v rámci zlepšování procesů je zlepšení pouze jednoho procesu čímž můžeme zhoršit všechny ostatní procesy a snadno tím zajistit nižší kvalitu, produktivitu apod. [5]

3.1 Úzká místa

Úzké místo je v jistém ohledu omezením ve výrobním systému. Obecně řečeno výrobní či jiný proces je tak rychlý, jak rychlý je jeho nejpomalejší úsek. Úzké místo musí z tohoto důvodu pracovat nepřetržitě na plný výkon. Každá minuta ztracená v úzkém místě systému je nenahraditelná.

Úzké místo omezuje výkon celého systému.

Management úzkých míst je tvořen pěti kroky [6]:

- 1) **Identifikace omezení** – analýza systému s cílem nalézt omezení, kvůli kterému není možné dosáhnout maximálního zisku. Dále je potřeba zjistit typ omezení (manažerské, fyzické). Fyzické omezení lze identifikovat prostřednictvím vysokých zásob, dlouhých operačních časů apod.
- 2) **Rozhodnutí o možnosti využití omezení** – v rámci tohoto opatření se usiluje o co nejefektivnější využití omezení (úzkého místa). Záměrem je odstranění všech ztrát v omezení (úzkém místě).
- 3) **Podřízení všeho ostatního danému rozhodnutí** – ke zlepšení výkonnosti omezení je nezbytné věnovat mu veškeré úsilí a rovněž podřízení ostatních prvků systému omezení.
- 4) **Odstranění omezení** – nalezení vhodného řešení k odstranění omezení. Velmi často to vyžaduje značné investice času, peněz a ostatních zdrojů.
- 5) **Další akce** – nepřipustit, aby se nečinnost stala hlavním systémovým omezením. Po odstranění omezení se celý proces opakuje a znova se hledají nová omezení, která je potřeba odstranit. Tento bod je základem procesu neustálého zlepšování.

Všeobecně se omezení dělí do tří velkých kategorií:

- **Fyzická omezení** – stroje, lidé, hmotné zdroje, zařízení. Je snadné je identifikovat a odstranit.
- **Omezení v řízení (manažerská omezení)** – představují nevyhovující pravidla a kritéria, kterými se řídí daná organizace. Mezi manažerská omezení patří například nesprávný výběr subdodavatelů, nevyhovující personální politika, nedostatečně vyškolení zaměstnanci, nevhodné investice apod. Manažerská omezení mají ve většině případech podíl na vzniku fyzických omezení. Například na způsobu řízení organizace závisí i existence a způsob ošetření fyzického omezení. Manažerská omezení mohou být i pravidla a kritéria, která brání procesu neustálého zlepšování.
- **Omezení v chování lidí** – velmi často chování lidí brání identifikaci manažerských omezení, a ta zase fyzických omezení, až do té míry, že dochází k úpadku společnosti.

Omezení v podniku můžeme hledat na různých místech [6]:

- **Výrobní zdroje** – nedostatečná kapacita výrobních zařízení, lidí, chybějící finanční prostředky,
- **Marketing** – nedostatek objednávek způsobující nevyužití kapacit,
- **Řízení, směrnice** – pravidla, která brání tomu, aby pracovníci lépe vykonávali pracovní činnosti,
- **Čas** – čas dodávky nebo čas přípravy výroby je příliš dlouhý a společnost přichází o zákazníky,
- **Prostoje lidí** – neochota, napětí, nedostatečná komunikace a spolupráce pracovníků obsluhující výrobní zařízení s nadřizenými pracovníky.

Neustálé zlepšování procesu napomáhá zvýšení objemu výroby dané společnosti a tím i dosažení maximálního zisku podniku, Zlepšování operací obvykle vede k ojedinělým lokálním zlepšením a nemusí přispívat ke zvyšování zisku podniku. Například zvyšování zásob, nadměrná spotřeba materiálu a energií, zbytečné prostory a lidé, činnosti, které nejsou pro podnik potřebné.

Metoda usilující o odstraňování úzkých míst omezující zvyšování průtoku (TOC – Theory of Constraints), se snaží o dosažení následujících podnikových cílů:

- 1) maximalizace průtoku,
- 2) minimalizace zásob,
- 3) minimalizace provozních nákladů. [6]

Snahy ve výrobním podniku pro odstranění úzkého místa jsou nejčastěji následující aktivity [6]:

- **Školení obsluhy** – obsluha úzkého místa musí pochopit význam využívání úzkého místa pro dosažení podnikových cílů. Pouze kvalifikovaná obsluha může najít způsob efektivního odstranění úzkých míst.
- **Eliminace plýtvání na omezení** – na úzkém místě je nutné odstranit plýtvání, jelikož nepřispívá ke zvyšování průtoku.
- **Měření využití a průtoku na úzkém místě** – pomocí správně stanovených ukazatelů lze řídit využívání úzkého místa. Ukazatele by měly být vizualizovány a všichni pracovníci dané společnosti by měli vědět, kde v podniku se nachází konkrétní úzká místa. Stejně jako ukazatele je třeba vizualizovat i příčiny prostoje na úzkém místě.
- **Minimalizace poruch** – poruchy nepříznivě ovlivňují velikost úzkého místa. Nejen že snižují efektivní časový fond zařízení, ale vznášejí do systému i variabilitu a jsou častou příčinou vzniku zmetků. Z toho důvodu se údržba stává ve výrobním procesu významným prvkem nejen kvůli zvyšování využití úzkého místa, nýbrž i vzhledem ke zvyšování produktivity výroby a snižování celkových nákladů společnosti.
- **Minimalizace času seřízení** – seřizování je jednorázový postup, potřebný k přípravě úzkého místa pro výrobu určitého objemu výrobků (výrobní dávka).
- **Řízení zlepšování procesů** – kaizen – zlepšování v podniku musí být orientováno především na efektivní využití úzkých míst.

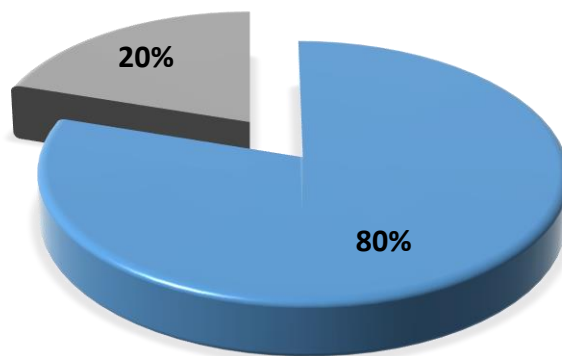
V rámci řešení technických problémů lze využít Paretův diagram, který napomáhá při hledání klíčových faktorů.

Paretův diagram

Paretův diagram je nástrojem umožňujícím identifikovat hlavní problémy. Paretův diagram vychází z principu, že 80 % výskytu nějakého jevu je spojeno s 20 % souvisejících příčin. Z tohoto důvodu je klíčové nejprve identifikovat nejvýznamnější položky a na ty zaměřit svoji pozornost, než se ve stejné míře zabývat všemi položkami najednou.

Na základě zjištění četnosti výskytu jednotlivých příčin poruch či zdrojů nevyhovující kvality se dále vyjádří relativní významnost těchto příčin a seřadí se dle jejich velikosti, čímž se identifikují prioritní problémy. Odstranění nejvýznamnější příčiny může zásadně vylepšit produktivitu, jakost i zisk podniku. [8]

PARETŮV DIAGRAM



Obrázek 3-1 Paretův diagram

3.2 Plýtvání

Předpokladem účelného stanovení norem kapacitních a norem spotřeby času pracovníků je správná synchronizace práce příslušného výrobního zařízení a pracovníka obsluhující daný stroj. Přestože je v podnicích mnoho pracovníků, kteří jsou velmi snaživí a aktivně se angažují ve výrobním procesu, nedosahují požadované produktivity práce. Příčin je celá řada. Synchronizace práce stroje a pracovníka není na takové úrovni, aby byly minimalizovány časy čekání jednoho na druhého, pracovník nemá vhodně uspořádané pracoviště a je nucen vykonávat řadu zbytečných cest a pohybů, hledat potřebné prostředky a pomůcky. [11]

Řešením tohoto problému je synchronizace procesů a optimální uspořádání procesů prováděných pracovníkem, případně výrobním zařízením.

Výsledkem úspěšné synchronizace a optimálního uspořádání procesů je:

- zkrácení průběžné doby výroby,
- zajištění kvality procesu,
- zvýšení produktivity práce,
- zajištění bezpečnosti a odstranění namáhavosti práce,

- případně i ke snížení zásob rozpracované a nedokončené výroby.

Před pořizováním časových studií, které jsou využívány při normování kapacit i normování výkonů, je důležité odhalit všechny zbytečné činnosti či pohyby nepřinášející bezprostředně hodnotu. Cílem časových a pohybových studií je odhalení veškerých příčin plýtvání časem, lidskou pracovní silou a kapacitou výrobního zařízení. [11]

Při odhalování a analyzování různých příčin plýtvání časem a kapacitami lze použít japonský princip muda. Japonský pojem muda označuje jakoukoliv aktivitu, která spotřebovává zdroje, ale nevytváří žádnou hodnotu. [13]

Jsou definovány tři základní druhy plýtvání:

- **Katakana-muda** – představuje vše, co je pro pracovní postup zbytečné a co lze okamžitě, bez značného zásahu eliminovat. Například čekání, hledání, odkládání, přemýšlení, dvojitá práce, rovnání součástí, odstraňování balícího materiálu, cesta pro přinesení součástí. Tento druh plýtvání se dá snadno odhalit.
- **Kanji-muda** – jde o druh plýtvání, jenž má spojitost s výrobními stroji a dalším zařízením. Jedná se například o dlouhé vzdálenosti cest pro zásobování daného pracoviště, nevyužití zpáteční cesty, kapacity a nástrojů. Tento druh plýtvání vzniká v momentě, kdy jsou prováděny různé výkony v odlišném taktu a pracovník nebo stroj je nucen čekat. Tyto nedostatky může rozeznat zodpovědný manažer pracoviště, případně je možné využít příslušné analytické metody.
- **Hiragana-muda** – představuje nedostatky, které jsou dány stávajícími podmínkami, v nichž pracovní proces probíhá. Jde o plýtvání vztahující se k pohybům pracovníků. Příčinou vzniku tohoto plýtvání je nevyhovující umístění ovladačů, čištění ploch, vracení do výchozí pozice, ruční práce či způsob odebírání výrobků. Jedná se o činnosti, jež je obtížné nalézt, ale jejich objevení a následné odstranění je pro podnik velice důležité. Tento druh plýtvání lze zjistit na základě využití tomu určených metod analýzy pohybů. Následné odstranění plýtvání pak závisí na kvalifikovanosti a zaučení jednotlivých pracovníků.

Jednotlivé druhy plýtvání se dále rozlišují podle konkrétního charakteru, respektive důvodu vzniku, konkrétně jde o sedm druhů zapříčiněných, které blíže popisuje Tabulka 3-1 včetně návrhu na řešení jejich odstranění. Největším plýtváním je však nevyužívání schopností a potenciálu pracovníků podniku. Každý pracovník je zdrojem množství nových nápadů a podnětů na zlepšování. Často však z nejrůznějších důvodů tito pracovníci svoje názory, podněty a nápady neprezentují a tím způsobují, že mnohé již v minulosti řešené problémy se řeší nanovo, nebo noví pracovníci se musí učit na svých vlastních chybách apod. To vše je spojené se ztrátou času, který mohl být využit efektivněji. [11]

Plýtvání je všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jejich hodnotu.

Tabulka 3-1 Plýtvání [11]

| | Jak zjistit? | Jak řešit? |
|--------------------------|--|--|
| Nadpráce | Výkonové normy, koeficient synchronizace | Standardizovaný výkon, flexibilní střídání pracovníků |
| Čekání | Práce člověk/stroj, dodávky materiálu | Takt a rytmus, standardizace dob čekání |
| Doprava | Vzdálenosti, zbytečné překládky, dosažitelnost | Předmětné uspořádání, změna logistiky |
| Použitá zařízení | Využití, potřeba ruční práce | Snížení nevyužití, zlepšení upínání a zabezpečení |
| Skladování | Řídící hladiny zásob, označení položek | Kontrola stavů zásob, organizace ve skladu |
| Pohyby pracovníka | Vzdálenosti, dosah, ovladatelnost | Rozmístění, standardizace pohybů, změna ovladačů a sdělovačů |
| Výroba zmetků | Průběh kontroly | Volba vhodného systému |

Uvedené přístupy mají za cíl je vytvářet podmínky pro maximalizaci podílu práce vytvářející novou hodnotu. V podstatě jde o eliminaci činností nepřinášející hodnotu (doby čekání, skladování, dopravy apod.) vzhledem ke stávajícím možnostem vybavení a organizace práce. Hlavním výstupem je vytvoření standardů, které musí zajistit přesnost, požadovanou rychlost a v neposlední řadě i vyhovující podmínky a pracovní prostředí pro vykonavatele práce. Výsledky jsou součástí technologických postupů, pracovních předpisů, návodů, předpisů pro vybavení, seřízení, výměny nástrojů a náradí, ošetřování a prohlídky strojů.

Analýza vyžaduje rozčlenění pozorovaného procesu na dílčí části, popis problémových úseků a pokyny pro řešení zjištěných omezení. Nedostatky lze poznat na základě dlouhodobého, opakovaného a intenzivního pozorování. Cílem jsou zejména úspory samotných pracovníků, materiálu, finančních prostředků apod. [11]

Tabulka 3-2 Příklady řešení často vyskytujících se ztrát a plýtvání [6]

| | Plýtvání a ztráty | Řešení |
|----|--|--|
| 1. | Ztráty kapacity při seřízení | SMED a standardizace procesu |
| 2. | Čekání stroje na obsluhu | Zavedení světelné signalizace |
| 3. | Ztráty poruchami a krátkodobými výpadky zařízení | Autonomní údržba a spolupráce údržby a obsluhy |
| 4. | Hledání materiálu a manipulace | Reorganizace uspořádání pracoviště a odkládacích ploch, 5S |

3.3 Ztráty ve výrobě

Výrobní podniky jsou pod nepřetržitým tlakem na snižování výrobních nákladů. V rámci udržení konkurenceschopnosti jsou tímto způsobem výrobní podniky nuceny

optimalizovat své výrobní procesy a zvyšovat produktivitu výrobních procesů a využití strojů, lidí a materiálů. To s sebou nese vysoké požadavky na výrobní management zejména v oblasti řízení a plánování výroby. Pro zajištění správného rozhodnutí je nutné mít k dispozici informace o kritických úsecích ve výrobě. Dalším bodem je znalost skutečné výrobní kapacity, úzkých míst, veškerých prostojů a ztrát, které vznikají za určitých podmínek a kombinací různých variant.

V každé výrobě vznikají ztráty, které zabraňují dosažení maximálního teoretického výkonu výroby. Zvýšení výkonu výroby spočívá v tom, jak se odpovědným pracovníkům, kterými jsou především manažeři výroby, ale také obsluha a operátoři na linkách, podaří snížit jejich výskyt či úplně odstranění.

Ztráty ve výrobě lze rozdělit do čtyř základních oblastí [10]:

- **Plánované ztráty** – víkendy, dovolená, preventivní údržba, úklid, vývoj, testy, zkoušky,
- **Operační ztráty** – nastavování strojů, změna produkce, nedostatek materiálů a lidí, špatná obsluha, výpadky zařízení, chyby,
- **Výkonové ztráty** – špatné nastavení strojů, záměrné zpomalení, selhání, prodloužení výrobního cyklu,
- **Nekvalita výroby** – vada materiálu, nepřesnost výroby, opravy.

Je patrné, že některé ztráty ve výrobě nejde zcela odstranit, nýbrž většinu ztrát lze výhradně omezit. Výsledný výkon výroby je tudíž ovlivněn tím, jak se podaří odstranit nebo podstatně redukovat vznik výše uvedených ztrát.

Informace o skutečném chodu výrobních zařízení mohou být použity ke stanovení spolehlivosti a skutečné doby provozu každého kusu sledovaného výrobního zařízení. Tím se umožní zpřesnit intervaly údržby dle skutečné potřeby a neprovádět ji mechanicky jen na základě předem stanovených periodických časových intervalů.

Na snížení výkonnosti zařízení mají vliv zejména ztráty výkonu. Tyto ztráty se projevují tím, že zařízení je v provozu, má vyrábět, ale z nějakého důvodu zařízení vyrábí pomaleji nebo nevyrábí vůbec. To má dopad na celkový počet vyrobených kusů a to tím, že je vyrobeno menší množství výrobků, než by bylo teoreticky možné za daný čas. Snížení výkonu je zapříčiněno opakovanými prostoji trvajících přibližně sekundy až minuty. Opakovaný výskyt prostojů pak způsobuje to, že celková ztráta za směnu tvoří několik desítek minut a má podstatný dopad na výkonnost zařízení. [10]

3.4 Prostoje

Prostoj je stav, respektive doba, kdy zaměstnanec nemůže provádět práci pro přechodnou závadu způsobenou poruchou na strojním zařízení, kterou nezavinil, v dodávce surovin nebo pohonné síly, chybnými pracovními podklady nebo jinými podobnými provozními příčinami. [14]

Prostojem se tedy rozumí nepředvídatelná překážka v práci omezená určitým časovým úsekem. Za prostoj tudíž nelze považovat pravidelné, plánované odstávky provozních zařízení, pravidelné opravy apod. Jedná se tedy o technickou poruchu, nečekané přerušení dodávek surovin, neúplné či chybné pracovní podklady nebo jiné provozní příčiny způsobující časovou ztrátu, během které není možné vyrábět. [2]

Prostoje se dělí na:

- **Plánované prostoje** – lze označit jako prostoje, které přidávají určitou hodnotu. Plánovanými prostoji se rozumí čas pro plánované opravy a přemístění zařízení, které se provádí v pracovní době. V případě, že jsou plánované prostoje prováděny v předem známém časovém intervalu a správným způsobem mají rovněž pozitivní dopad na vývoj neplánovaných prostojů. To znamená, že plánované údržby strojů zvyšují kvalitu a produktivitu výrobního procesu a udržují výrobní zařízení v takovém stavu, aby se nevyskytla další neplánovaná přerušení ve výrobě. Hlavní výhodou plánovaných prostojů je, že probíhají ve stanoveném čase, při tom se stále jedná o prostoje a cílem je zkrátit jejich čas na minimum.
- **Neplánované prostoje** – jsou tedy prostoje neočekávané. Cílem je tyto prostoje co nejvíce eliminovat. Neplánované prostoje mohou vzniknout například z nedostatku materiálu, při poruše strojního zařízení nebo nedostatkem pracovníků.

Dělení prostojů podle doby trvání:

- **Dlouhodobé prostoje** – prostoje v řádu minut až několik hodin. Takovými prostoji jsou změna produkce, přestávka, čištění, preventivní údržba, oprava zařízení, školení, nedostatek materiálu či výpadek napájení.
- **Krátkodobé prostoje** – prostoje trvající řádově sekundy až několik minut, dají se zjistit pouze přesným měřením. Tyto prostoje mohou být způsobeny pozdní dodávkou surovin nebo materiálu, vytvářením úzkého místa, nevhodným kapacitním sestavením linky, výpadky dodávky energií či nešikovností obsluhy.

Ve výrobním prostředí je někdy velmi nesnadné zjistit skutečné příčiny prostojů. Pozorování v reálném čase umožňuje zaznamenat příčiny různého typu, které mohou nastat i s nepatrným časovým odstupem v různých výrobních technologiích a oblastech výrobního podniku, tímto lze dosáhnout přesné analýzy jednotlivých dějů.

Snížením prostojů, optimálním nastavením náběhových časů výrobního zařízení, intervalů údržby a manipulace s výrobky v rámci výrobního procesu obecně řečeno optimalizováním stávajícího výrobního procesu lze dosáhnout zdánlivě nedostupné výrobní kapacity podniku. [10]

4 Charakteristika společnosti

Název subjektu: KOSTAL CR, spol. s r.o.

Spisová značka: C 23697 vedená u Městského soudu v Praze

Sídlo: Černín čp. 89, Zdice 267 51

IČO: 49687131

Společnost Kostal CR, spol. s r.o. je nezávislá rodinná firma se sídlem v Německu, která byla založena v roce 1912 ve městě Lüdenscheid. Jako výrobce instalačního materiálu pro průmysl a soukromé použití vstoupila společnost v roce 1927 svým samostatně vyvinutým směrovým světlem do oblasti automobilové elektroniky.

O několik let později, v roce 1935, nastoupila v osobě Kurta Kostala do společnosti druhá generace rodiny Kostalových. V režii těchto dvou generací došlo k jasnému zaměření společnosti Leopold Kostal na vývoj a výrobu dodávek pro automobilový průmysl. V roce 1938 byly poprvé dodány konektory pro automobilové aplikace.

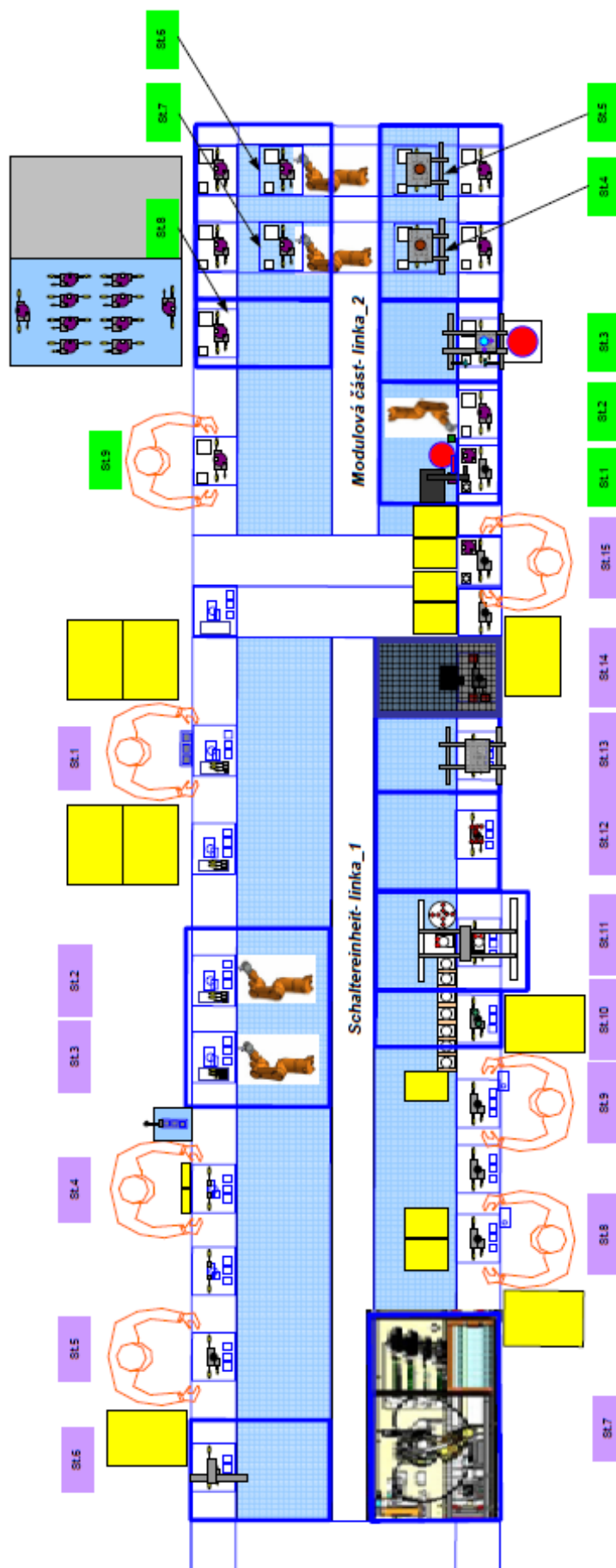
Společnost Kostal v současnosti působí v 20 zemích světa. Mezi zákazníky společnosti Kostal CR, spol. s r.o. patří řada významných průmyslových podniků, včetně největších světových automobilek.

Společnost Kostal CR, spol. s r.o. je mezinárodním dodavatelem elektronických a mechatronických komponentů pro automobilový průmysl, vyvíjí a vyrábí podvolantové moduly. Výrobky dodávají do 52 lokalit po celém světě a vyrobí více než 7,5 mil podvolantových modulů za rok. [4]

Pro účely této práce byla vybrána pobočka se sídlem ve Zdicích, okres Beroun. Ve společnosti Kostal je stanoven nepřetržitý provoz, tudíž se jedná o dvanáctihodinové směny. V rámci jedné směny jsou poskytnuty dvě půlhodinové přestávky na jídlo a oddech. Dále mají pracovníci pětiminutové přestávky po každých dvou hodinách nepřetržité práce.

4.1 Charakteristika vybraného pracoviště

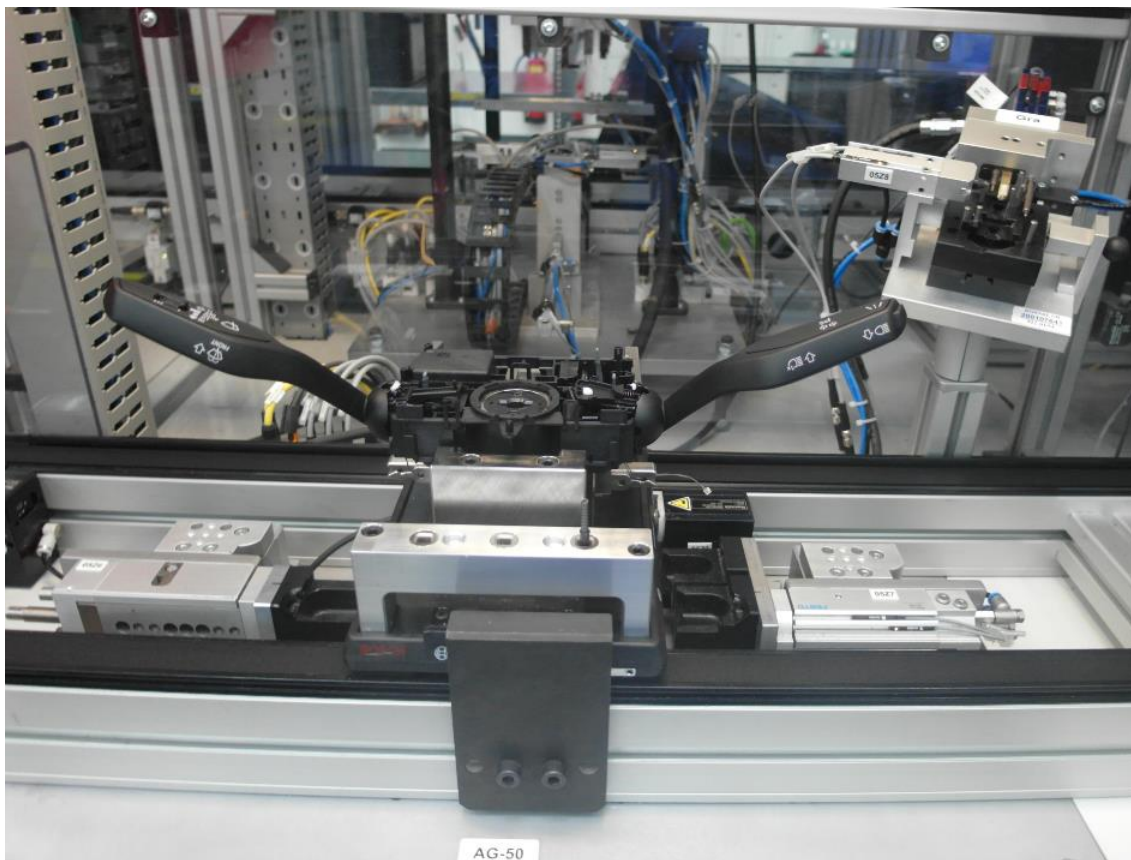
Analytická část práce je zaměřena na analýzu prostojů konkrétní linky s označením SMLS MLBevo linka 2 Audi B9. Layout pracoviště je znázorněn na následujícím obrázku. Tato linka je rozdělena na dvě modulové části. První část se skládá celkem z patnácti stanic, z toho šest stanic je obsluhováno operátory. Druhá část má celkem devět stanic z toho je jedna obsluhována operátorem. Probíhá zde výroba podvolantových modulů, které jsou rozděleny na dva základní typy a to dvou-pákové a tří-pákové podvolantové moduly.



Obrázek 4-1 Layout pracoviště

4.2 Popis procesu výroby

Na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 se vyrábí podvolantové moduly s označením LS-Modul viz Obrázek 4-2. Podvolantový modul na lince prochází celkem 24 operacemi, z toho 7 operací provádí operátoři.



Obrázek 4-2 Ukázka nedokončeného podvolantového modulu – pracoviště AG 50

Procesy, které probíhají na jednotlivých pracovištích dané linky, jsou popsány níže.

Tabulka 4-1 Popis prováděných operací na jednotlivých pracovištích

| Pracoviště | Popis operace |
|------------|---|
| AG 10 | Smontovat Schelle a Träger, usadit do paletky Steuergabel WI/Bli, namazat a smontovat Cam follower a Druckfeder. |
| AG 40 | Namazat Hebel Wischer, namontovat Cam follower a Druckfeder, usadit Hebel Wischer do Träger, namazat Hebel Blinker, namontovat Cam follower a Druckfeder, usadit Hebel Blinker do Träger. |
| AG 50 | Namazat Hebel GRA, namontovat Cam follower a Druckfeder, Hebel GRA namontovat do Träger, usadit P: Gehäuseoberteil. |
| AG 80 | Usadit LP do Träger, namontovat Blende Bli/GRA. |
| AG 90 | Namontovat Blende WI, usadit P: Gehäuse do paletky. |
| AG 1010 | Usad'te Gear wheel, Cam follower, Steuergabel GRA, Ausgleichselement a Wickelfederkassette do paletky. |
| EOL AG 90 | Provést elektromechanickou zkoušku, zabalte LS-Modul. |

Na následujících obrázcích jsou vidět pracoviště AG 10, AG 40, AG 50, AG 80 a AG 90.



Obrázek 4-3 Pracoviště AG 80 a AG 90



Obrázek 4-4 Pracoviště AG 10, AG 40 a AG 50

5 Analýza a normování současného stavu

Pro analýzu prostojů linky SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 byl vybrán snímek pracovního dne jednotlivce, který umožňuje zmapovat veškeré činnosti prováděné během pracovní směny včetně doby jejich trvání.

5.1 Výběr sledovaného pracoviště

Pro účely analyzování prostojů byla vybrána linka, kterou obsluhuje celkem sedm operátorů a jeden seřizovač.

V rámci analýzy prostojů byly pozorovány následující pracoviště:

- AG 10
- AG 40
- AG 50
- AG 80
- AG 90
- AG 1010
- EOL AG 90

5.2 Záznamový list

Přípravné fáze snímkování zahrnuje výběr sledovaného pracoviště, seznámení se s procesem výroby na daném pracovišti včetně veškerých prováděných činností a v poslední řadě přípravu záznamového listu.

Záznamový list musí obsahovat všechny důležité identifikační údaje, jako jsou:

- Datum
- Číslo záznamového listu
- Jméno pozorovatele
- Název pracoviště
- Proces – prováděná činnost na daném pracovišti
- Popis činnosti
- Začátek měření
- Čas trvání činnosti

V záhlaví listu jsou umístěny základní údaje potřebné k identifikaci sledovaného procesu. Dále se v listu zaznamenávají prováděné činnosti včetně času jejich trvání. Následující obrázek ukazuje, jak vypadá vyplněný záznamový list po pozorování daného procesu.

| Západočeská univerzita | | Záznamový list pro činnost bez opakování | | | | | |
|------------------------------|---------------------------|--|-------------|---|----|----|---------------|
| Jméno: Pracovník 4 | | Zakázka: | list č. 1 | | | | |
| Stanoviště: AC 40 | | Datum: 27.1.2017 | strana č. 1 | | | | |
| Činnost: Usadit LP do Tráger | | Lg %: 100 | | | | | |
| poř. čís. | Popis činnosti | 6:00:00 Začátek měření | Počet osob | Σ | Σ | Σ | Druh činnosti |
| 1 | Čekání na zahájení měření | | 1 | 6 | 10 | 00 | Zkr. |
| 2 | Příprava materiálů | | 1 | 6 | 10 | 15 | Přip. |
| 3 | Montáž | | 1 | 6 | 18 | 31 | Mon. |
| 4 | Čekání | | 1 | 6 | 19 | 40 | Zkr. |
| 5 | Montáž | | 1 | 6 | 19 | 58 | Mon. |
| 6 | Čekání | | 1 | 6 | 20 | 09 | Zkr. |
| 7 | Montáž | | 1 | 6 | 20 | 24 | Mon. |
| 8 | Čekání | | 1 | 6 | 20 | 38 | Zkr. |
| 9 | Montáž | | 1 | 6 | 20 | 53 | Mon. |
| 10 | Čekání | | 1 | 6 | 21 | 04 | Zkr. |
| 11 | Montáž | | 1 | 6 | 21 | 26 | Mon. |

Obrázek 5-1 Ukázka vyplněného záznamového listu

5.3 Průběh měření

V rámci analýzy prostožů vybrané linky proběhlo pozorování celkem sedmi pracovišť a seřizovače. Sledování dané linky a měření spotřeby času proběhlo celkem čtyřikrát a to vždy při ranní směně. Při výběru směny bylo zohledněno, aby byla pokaždé pozorována jiná skupina pracovníků. Měření probíhalo 8 hodin z dvanáctihodinové směny. Začátek měření byl pokaždé v 6 hodin ráno a konec měření byl ve 14 hodin, pouze v jednom případě bylo měření ukončeno po třech hodinách a to z důvodu poruchy. Během osmihodinového měření spotřeby času měli pracovníci nárok na jednu půlhodinovou pauzu na jídlo a oddech a na dvě pětiminutové přestávky.

Měření pracoviště SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 probíhalo ve dnech:

- 18. 11. 2016 (6:00 – 14:00)
- 2. 12. 2016 (6:00 – 9:00)
- 20. 1. 2017 (6:00 – 14:00)
- 27. 1. 2017 (6:00 – 14:00)

Na základě pozorování byly určeny následující pracovní činnosti operátora a seřizovače. Tyto činnosti jsou dále rozděleny na produktivní, neproduktivní a ztrátové.

Popis sledovaných činností operátora:

Produktivní činnosti:

- Montáž

Neproduktivní činnosti:

- Příprava – příprava materiálu, příprava pracoviště
- Manipulace – přesun beden, odnesení dílů
- Ostatní užitečné činnosti – pracovní rozhovor, nastavení programu a kontrola stroje na svém pracovišti, kontrola návodky, zkouška systému

- Osobní potřeby – pauza, občerstvení, pití, WC

Ztrátové činnosti:

- Ztráta organizační – čekání (na zahájení výroby, odebírání vzorků, oprava stroje, čekání na modul, přehlcení linky, doplnění zásobníku), oprava zmetků, pracovník není na místě – montáž na jiném pracovišti
- Ztráta osobní – odchod z pracoviště, překročení pauzy, debata

Popis sledovaných činností seřizovače:

Produktivní činnosti:

- Nastavení a opravy stroje
- Kontrola stroje, doplnění zásobníku

Neproduktivní činnosti:

- Pracovní rozhovor
- Manipulace – manipulace s bednami, odnesení vzorků, odnesení zmetků
- Administrativa, práce s PC
- Ostatní užitečné činnosti – montáž, příprava pracoviště, úklid nářadí, kontrola dílů, odběr vzorků
- Osobní potřeby – pauza, WC

Ztrátové činnosti:

- Ztráta organizační – čekání
- Ztráta osobní – překročení pauzy

6 Vyhodnocení měření

Data ze zaznamenávacích archů z jednotlivých měření linky SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 byla přenesena do MS Excel a následně zpracována do grafické podoby. Ukázka vyhodnocení měření v MS Excel je v Příloze č. 1 a 2, veškerá zpracovaná data v MS Excel jsou k nahlédnutí na příloženém CD. Důležitou část samotného vyhodnocení tvořily grafy znázorňující rozložení produktivního, neproduktivního a ztrátového času v průběhu směny. Do produktivního času se zahrnuje čas práce neboli čas samotné montáže a ztrátový čas představující organizační a osobní ztráty. Ostatní činnosti jsou součástí neproduktivního času.

Tato kapitola zahrnuje přehled jednotlivých měření, rozbor spotřeby času, porovnání produktivního a neproduktivního času z hlediska jednotlivých směn a souhrnné vyhodnocení. Dále je v podkapitolách zpracováno grafické porovnání naměřeného času jednotlivých operací s časovou normou, grafické znázornění zmetkovitosti, výkonové křivky a oprav.

6.1 Časový snímek pracovního dne 18. 11. 2016

První měření proběhlo dne 18. 11. 2016. Během pozorování docházelo k neustálému zastavování linky a to bylo způsobeno výpadkem jedné větve elektřiny. Při běžné výrobě jsou v provozu obě větve elektřiny.

Časový snímek pracovního dne - operátor

Pracovníci měli během pozorování celkem tři přestávky a to dvě pětiminutové a jednu půlhodinovou.

Z následující tabulky, představující rozložení spotřeby času, lze vypozorovat, že na pracovišti AG 10 a AG 90 představuje nejnižší čas montáže a to 35,72 % a 33,02 % z celkového času směny. Na ostatních pracovištích je čas montáže podstatně vyšší a pohybuje se okolo 50 % z celkového času směny. Nejvyšší osobní ztráta byla na pracovišti AG 90 a vznikla častým odchodem pracovníka z pracoviště. Příprava materiálu probíhala převážně během čekání.

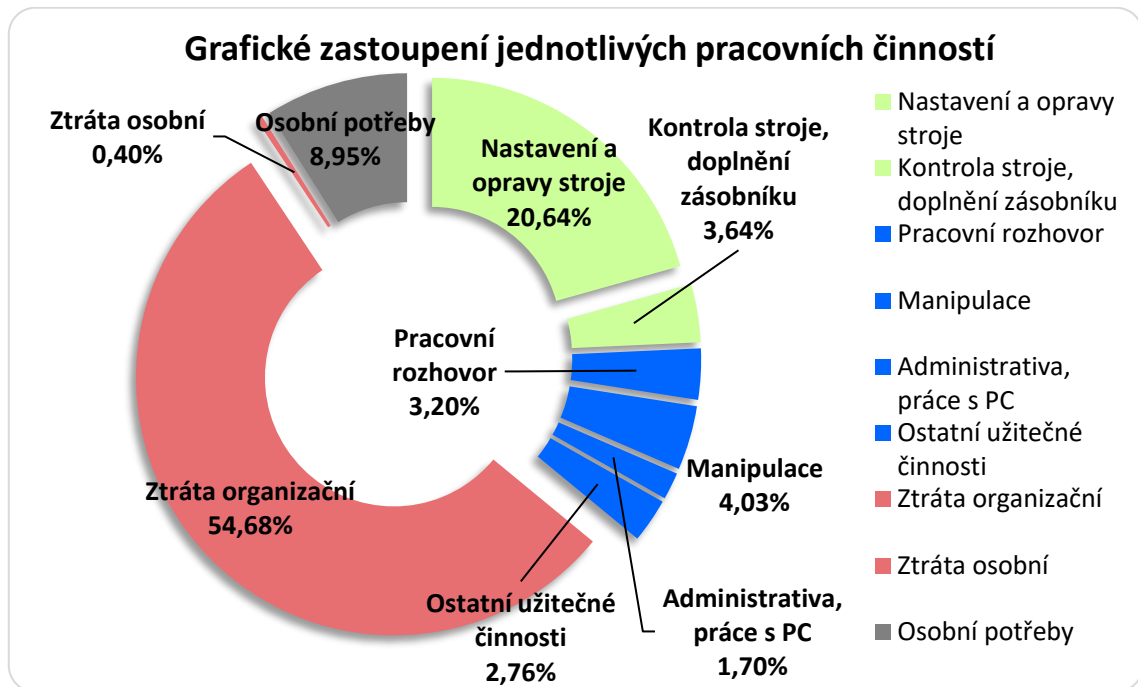
Tabulka 6-1 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností 18. 11. 2016

| Pracoviště | Sledované skupiny činností | | | | | | |
|------------|----------------------------|--------|------------|---------------------------|--------------------|---------------|----------------|
| | Příprava | Montáž | Manipulace | Ostatní užitečné činnosti | Ztráta organizační | Ztráta osobní | Osobní potřeby |
| AG 10 | 0% | 35,72% | 0% | 0% | 54,24% | 1,71% | 8,33% |
| AG 40 | 0,28% | 53,07% | 0% | 0% | 37,95% | 0,45% | 8,25% |
| AG 50 | 0,09% | 50,23% | 0% | 0% | 40,24% | 1,10% | 8,33% |
| AG 80 | 1,39% | 50,19% | 0% | 0,10% | 37,91% | 2,26% | 8,15% |
| AG 90 | 1,15% | 33,02% | 0,06% | 0,19% | 50,76% | 6,49% | 8,33% |
| AG 1010 | 2,94% | 42,85% | 0,39% | 0% | 41,97% | 2,81% | 9,04% |
| EOL AG 90 | 0% | 50,16% | 0,15% | 0% | 40,48% | 0,88% | 8,33% |

Časový snímek pracovního dne - seřizovač

Obrázek 6-1 představuje rozložení času směny z hlediska seřizovače. Převážnou část spotřeby času představuje organizační ztráta 54,68 %. Naopak nejmenší zastoupení má osobní ztráta a to pouhých 0,40 % způsobená přetažením pauzy o 1,9 min. Čas práce představují nastavení a opravy stroje, které tvoří z celkového času 20,64 % a kontrola stroje

a doplnění zásobníku, které tvoří pouze 3,64 %. Neproduktivní činnosti tvoří zbylých 20,65 % z celkového času.



Obrázek 6-1 Grafické vyjádření zastoupení jednotlivých činností 18.11. – seřizovač

6.2 Časový snímek pracovního dne 2. 12. 2016

Další pozorování vybrané linky probíhalo dne 2. 12. 2016 a to pouze tři hodiny z důvodu poruchy. Porucha byla způsobena robotem, který špatně zakládal schieber a docházelo k vyskakování pružin z kleští. Porucha měla za následek časté zastavování linky. Dále během směny docházelo k častému střídání pracovníků, kdy pracovníci přecházeli z jednoho pracoviště na druhé.

Hodinová norma 80 kusů za hodinu byla splněna až po dvou hodinách provozu, kdy po třech hodinách bylo vyrobeno celkem 110 kusů modulů.

Časový snímek pracovního dne - operátor

Během tohoto tříhodinového měření měli pracovníci jednu pětiminutovou přestávku na osobní potřeby. Dále bylo zjištěno, že dne 1. 12. 2016 byla odstávka této linky, kdy se řešil právě tento problém, i přesto bylo nutné další den provést nastavení a to domačkávání pružin ke stabilizování.

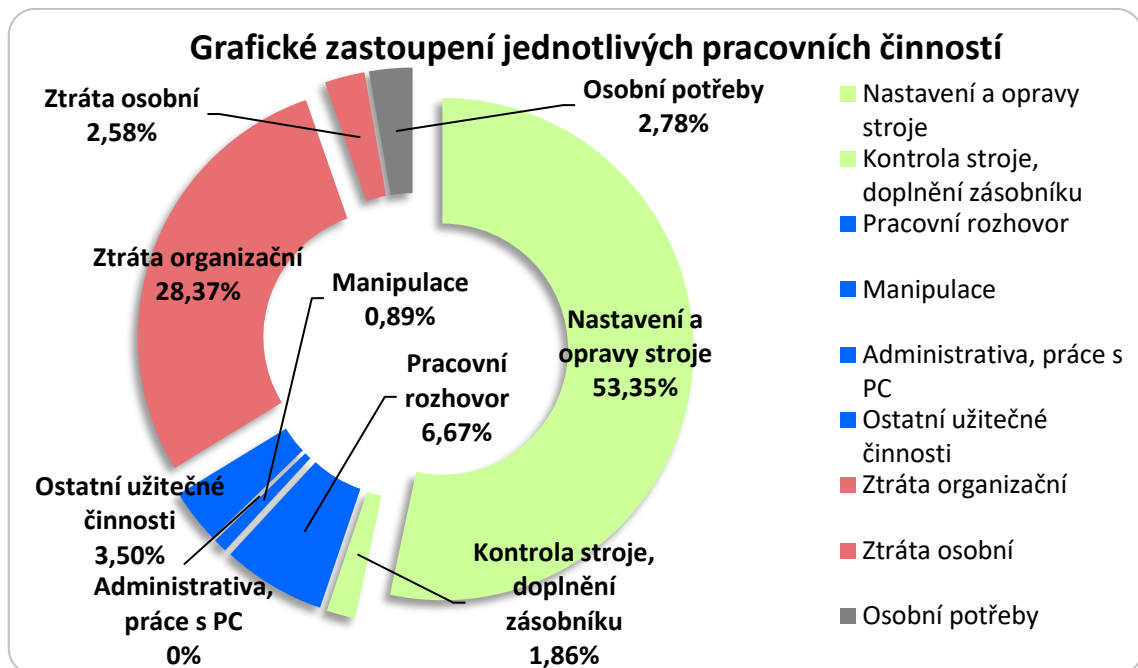
Tabulka 6-2 ukazuje, že procentuální zastoupení času montáže je zde podstatně nižší než při předchozím měření. Čas práce se zde pohybuje v rozmezí 27 % - 42 % z celkového času směny. Nejvyšší ztráta byla vypočítána na pracovišti AG 80 a představovala 68,31 % z celkového času. Tato ztráta byla způsobena čekáním na příchod pracovníka, jelikož na lince nebyl dostatek pracovníků a pracovníci obsluhovali i jiná pracoviště. Nejvíce se pracovníci střídali na pracovištích AG 80, AG 90 a AG 1010. Vzniklá porucha měla za následek časté zastavování linky, tudíž paletky s moduly často čekaly na posun k další pracovní operaci. Ke konci měření už linka zcela stála a čekalo se na příchod programátora a dořešení problému. Organizační ztráty tím pádem dosahovaly vyšších hodnot. Příprava materiálu i během tohoto měření probíhala převážně během čekání.

Tabulka 6-2 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností 2. 12. 2016

| Pracoviště | Sledované skupiny činností | | | | | | |
|------------|----------------------------|--------|------------|---------------------------|--------------------|---------------|----------------|
| | Příprava | Montáž | Manipulace | Ostatní užitečné činnosti | Ztráta organizační | Ztráta osobní | Osobní potřeby |
| AG 10 | 0% | 37,52% | 0% | 0% | 59,70% | 0% | 2,78% |
| AG 40 | 0,38% | 41,12% | 0% | 0,55% | 54,84% | 0,33% | 2,78% |
| AG 50 | 0% | 32,31% | 0% | 0% | 61,85% | 3,06% | 2,78% |
| AG 80 | 1,01% | 27,90% | 0% | 0% | 68,31% | 0% | 2,78% |
| AG 90 | 0,96% | 32,53% | 0% | 0% | 61,06% | 2,68% | 2,78% |
| AG 1010 | 2,05% | 32,55% | 0% | 0,44% | 62,19% | 0,00% | 2,78% |
| EOL AG 90 | 0% | 35,92% | 0% | 0% | 61,26% | 0% | 2,82% |

Časový snímek pracovního dne - seřizovač

Naopak u seřizovače vykazuje čas práce vyšší zastoupení a to 55,21 % z celkového času, jak ukazuje Obrázek 6-2. Tento nárůst zapříčinil robot, který špatně zakládal schieber. Ztrátově činnosti zde tvořily 30,95 %. Seřizovač také během této směny obsluhoval některá pracoviště, jelikož při této směně na lince nebyl plný počet pracovníků. Dále se seřizovač staral i o chod jiné linky.



Obrázek 6-2 Grafické vyjádření zastoupení jednotlivých činností 2.12. – seřizovač

6.3 Časový snímek pracovního dne 20. 1. 2017

Třetí měření bylo dne 20. 1. 2017. Došlo zde k výraznému nárůstu času práce.

Časový snímek pracovního dne - operátor

Nejvyšší zastoupení času montáže bylo na pracovišti AG 10 a z celkového času tvořil 66,46 %. Naopak nejnižší čas montáže byl na pracovišti AG 90 a to 41,41 %, ačkoliv byla linka při této směně nejméně poruchová, tak byl na tomto pracovišti čas práce i nadále nižší než čas ztrátový, který tvořil 49,48 % z celkového času. Tabulka 6-3 dále ukazuje oproti výsledkům z předchozích měření nárůst procentuálního zastoupení přípravy materiálu. Pracovníci si materiál připravovali podle potřeby, ale občas také

během čekání. Pracovníci měli během pozorování standardně dvě pětiminutové a jednu půlhodinovou přestávku.

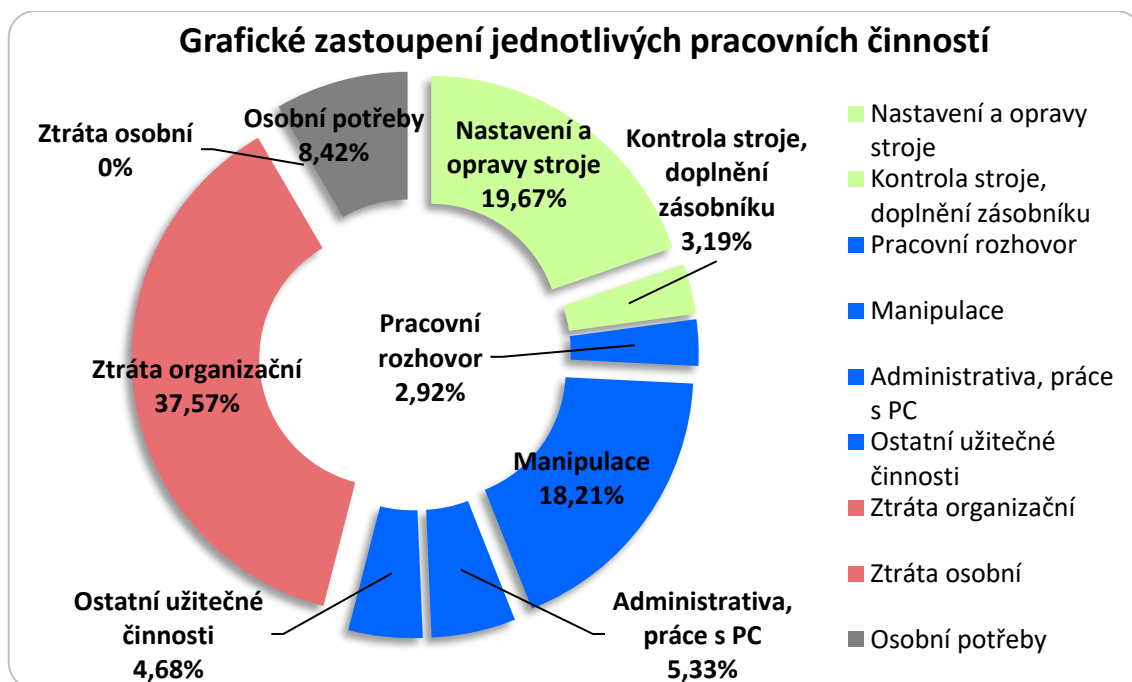
Během sledování pracoviště AG 80 byl vyzorován problém s načtením barcode na PCB. Tento problém se během měření vyskytl poměrně často a musel být vynaložen čas na jeho odstranění. Dále to způsobilo čekání na následujícím pracovišti AG 90, jelikož nenačtením barcode nejde paletka uvolnit, respektive se na další pozici posune až po správném načtení.

Tabulka 6-3 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností 20. 1. 2017

| Pracoviště | Sledované skupiny činností | | | | | | |
|------------|----------------------------|--------|------------|---------------------------|--------------------|---------------|----------------|
| | Příprava | Montáž | Manipulace | Ostatní užitečné činnosti | Ztráta organizační | Ztráta osobní | Osobní potřeby |
| AG 10 | 0,50% | 66,46% | 0% | 0% | 23,18% | 1,52% | 8,33% |
| AG 40 | 1,48% | 62,50% | 0% | 0,93% | 25,10% | 1,68% | 8,31% |
| AG 50 | 1,42% | 57,19% | 0% | 1,97% | 28,83% | 2,17% | 8,42% |
| AG 80 | 1,08% | 51,24% | 0% | 0% | 36,93% | 2,41% | 8,33% |
| AG 90 | 0,59% | 41,41% | 0% | 0,19% | 46,62% | 2,86% | 8,33% |
| AG 1010 | 0,92% | 55,72% | 0% | 0,13% | 33,48% | 1,28% | 8,48% |
| EOL AG 90 | 0% | 65,14% | 0% | 0% | 25,24% | 1,09% | 8,53% |

Časový snímek pracovního dne - seřizovač

Obrázek 6-3 ukazuje oproti předchozímu měření výrazně nižší zastoupení produktivních činností z hlediska seřizovače. Na lince nebyl žádný problém, který by vyžadoval nějaké výrazné opravy. Dále vzrostl neproduktivní čas a to nejvíce v podobě manipulace. Také narostl čas, kdy nebyla potřeba něco opravit a seřizovač tak nevykonával žádnou produktivní ani neproduktivní činnost.



Obrázek 6-3 Grafické vyjádření zastoupení jednotlivých činností 20.1. – seřizovač

6.4 Časový snímek pracovního dne 27. 1. 2017

Během sledování dne 27. 1. 2017 docházelo opět k častému zastavování linky. Ke konci měření došlo k prasknutí pásu před pracovištěm AG 80 a byla nutná jeho výměna. Kromě výměny pásu bylo nutné také opravit linku, to mělo za následek ztrátu trvající celkem zhruba hodinu a půl.

Časový snímek pracovního dne - operátor

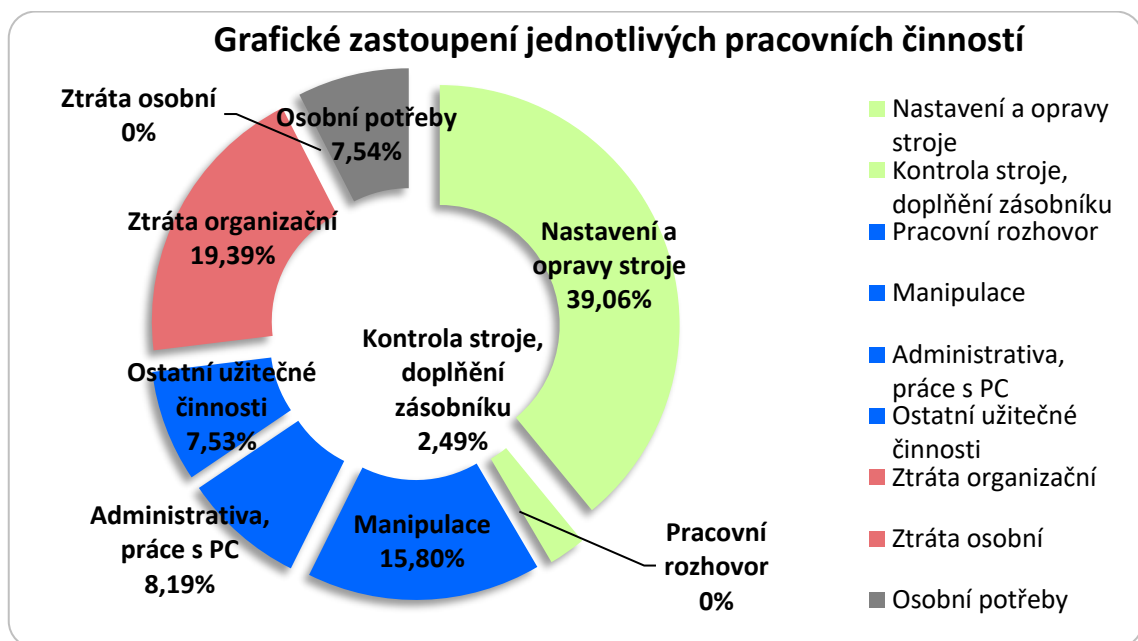
Přehled jednotlivých činností a jejich procentuálního zastoupení obsahuje Tabulka 6-4. Pracovníci měli během pozorování jednu pětiminutovou a jednu půlhodinovou přestávku. Druhá pětiminutová pauza nebyla zaznamenána z toho důvodu, že na lince probíhala v danou dobu oprava prasklého pásu a linka byla pozastavena na 40 minut, tak pracovníci měli mnohem více času, který mohli využít k oddechu a občerstvení. Čas ztráty na dvou pracovištích převyšoval 60 % z celkového času měření.

Tabulka 6-4 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností 20. 1. 2017

| Pracoviště | Sledované skupiny činností | | | | | | |
|------------|----------------------------|--------|------------|---------------------------|--------------------|---------------|----------------|
| | Příprava | Montáž | Manipulace | Ostatní užitečné činnosti | Ztráta organizační | Ztráta osobní | Osobní potřeby |
| AG 10 | 0% | 33,84% | 0% | 0% | 58,44% | 0,43% | 7,29% |
| AG 40 | 0,59% | 38,81% | 0% | 0% | 50,66% | 2,64% | 7,29% |
| AG 50 | 0,48% | 34,88% | 0% | 2,42% | 51,94% | 2,99% | 7,29% |
| AG 80 | 1,33% | 30,22% | 0% | 0% | 60,33% | 0,83% | 7,29% |
| AG 90 | 0,21% | 27,62% | 0% | 0% | 64,88% | 0% | 7,29% |
| AG 1010 | 0,59% | 33,94% | 0% | 0,30% | 55,28% | 2,60% | 7,29% |
| EOL AG 90 | 0% | 38,42% | 0% | 0% | 53,86% | 0,43% | 7,29% |

Časový snímek pracovního dne - seřizovač

Během čtvrtého měření opět vznikly na lince určité problémy, které byla potřeba vyřešit, proto se produktivní činnosti seřizovače navýšily na 41,55 % z celkového času a také se zvýšil čas manipulace na 15,80 %. Dále Obrázek 6-4 ukazuje pokles organizační ztráty na 19,39 %.



Obrázek 6-4 Grafické vyjádření zastoupení jednotlivých činností 27.1. – seřizovač

6.5 Porovnání sledovaných činností seřizovače za všechna pozorování

V následující tabulce je přehled jednotlivých činností seřizovače a jejich procentuálního zastoupení za jednotlivá pozorování. Čas práce neboli produktivní činnosti závisely především na aktuálním stavu linky a množství poruch. Při prvním měření čas práce tvořil z celkového času 20,64 % a organizační ztráty 54,68 %. Během této směny seřizovač nejvíce řešil zaseknutý schieber v karuselu na pracovišti AG 70 a prokluzující šroubovák.

Další pozorování trvalo pouze tři hodiny, jelikož robot špatně zakládal schieber. Čas práce se zde zvýšil na 55,21 % a organizační ztráty tím pádem tvořily 28,37 % z celkového času měření. Dále měl seřizovač během této směny často pracovní rozhovor s jinými pracovníky, kdy řešili daný problém.

Při třetím měření u seřizovače vzrost čas manipulace a to na 18,21 % z celkového času. Dále poklesly produktivní činnosti a organizační ztráty. Seřizovač při třetím pozorování řešil schieber mimo pozici na pracovišti AG 70 a dále chybu robota na pracovišti AG 20B.

Během čtvrtého měření se produktivní činnosti seřizovače navýšily na 41,55 % z celkového času a také se zvýšil čas manipulace na 15,80 %. Organizační ztráty tvořily 19,39 % z celkového času směny a tím byly nejnižší ze všech měření. Zde bylo nutné vyměnit prasklý pás, dále byl opět velmi často schieber mimo pozici a také byl problém s robotem a klipem na pracovišti AG 20B.

Tabulka 6-5 Procentuální zastoupení sledovaných skupin činností seřizovače

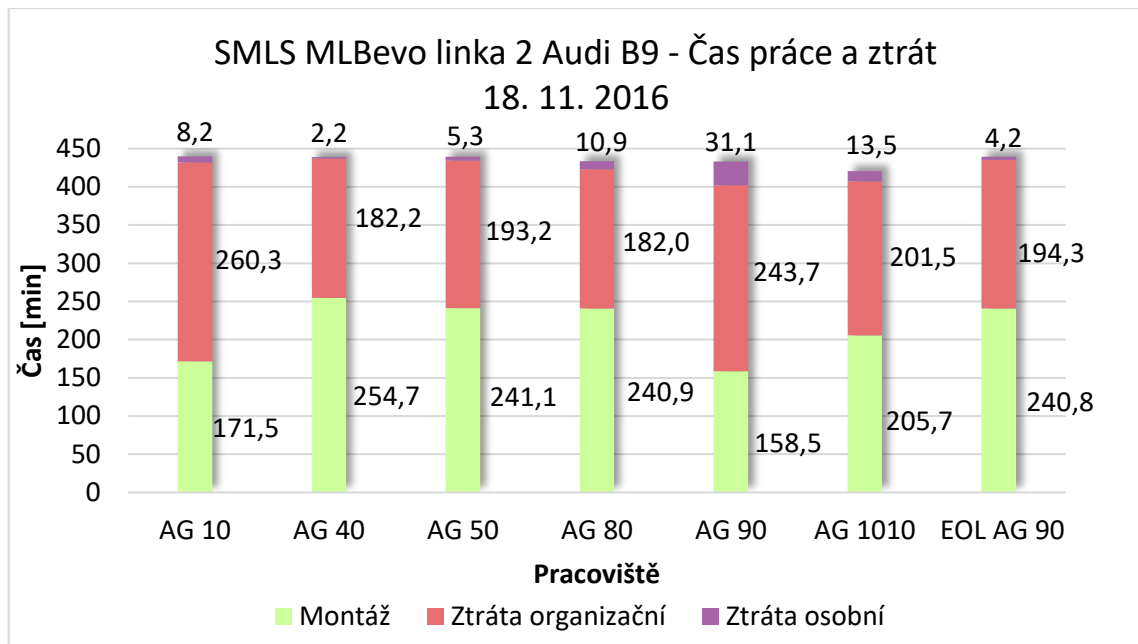
| Datum | Sledované skupiny činností seřizovače | | | | | | | | |
|------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|---------------|----------------|
| | Nastavení a opravy stroje | Kontrola stroje, doplnění zásobníku | Pracovní rozhovor | Manipulace | Administrativa, práce s PC | Ostatní užitečné činnosti | Ztráta organizační | Ztráta osobní | Osobní potřeby |
| 18.11.2016 | 20,64% | 3,64% | 3,20% | 4,03% | 1,70% | 2,76% | 54,68% | 0,40% | 8,95% |
| 2.12.2016 | 53,35% | 1,86% | 6,67% | 0,89% | 0% | 3,50% | 28,37% | 2,58% | 2,78% |
| 20.1.2017 | 19,67% | 3,19% | 2,92% | 18,21% | 5,33% | 4,68% | 37,57% | 0% | 8,42% |
| 27.1.2017 | 39,06% | 2,49% | 0% | 15,80% | 8,19% | 7,53% | 19,39% | 0% | 7,54% |

6.6 Porovnání směn z hlediska času práce a ztrát

Následující podkapitoly představují porovnání výsledků měření času ze všech čtyř pozorování z hlediska času práce a ztrát (organizační a osobní). Čas práce zde představuje čas montáže.

6.6.1 Čas práce a ztrát 18. 11. 2016

Během prvního měření dne 18. 11. 2016 byl na lince problém s výpadkem jedné větve elektřiny, který se negativně projevil při chodu linky. Čas montáže zde trval okolo 240 minut, na pracovištích AG 10 a AG 90 byl čas práce nejnižší a to 171,5 a 158,5 minut, viz Obrázek 6-5. Ztrátové činnosti na těchto dvou pracovištích byly okolo 280 minut z celkové směny, což je více než polovina času pozorování. Tyto činnosti zahrnují čekání na zahájení výroby, které bylo okolo 15 minut, dále zahrnují čekání při opravách linky a osobní ztráty.

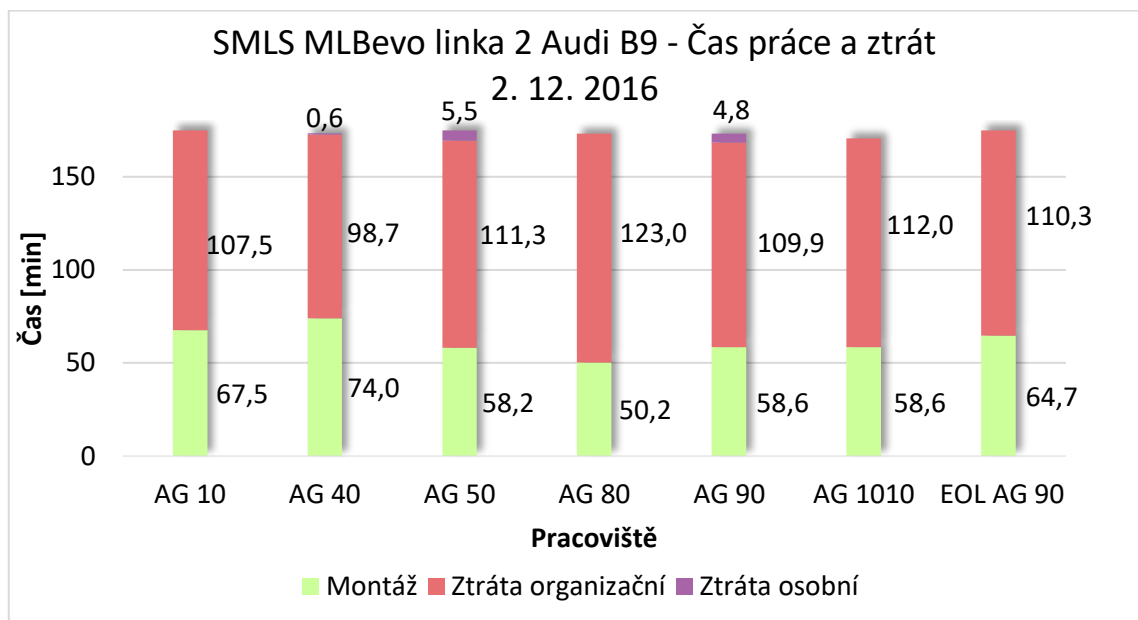


Obrázek 6-5 Grafické vyjádření času práce a ztrát 18. 11. 2016

6.6.2 Čas práce a ztrát 2. 12. 2016

Další pozorování dne 2. 12. 2016 trvalo pouze tři hodiny, jelikož na lince vznikl problém s robotem, který špatně zakládal schieber a čekalo se na programátora.

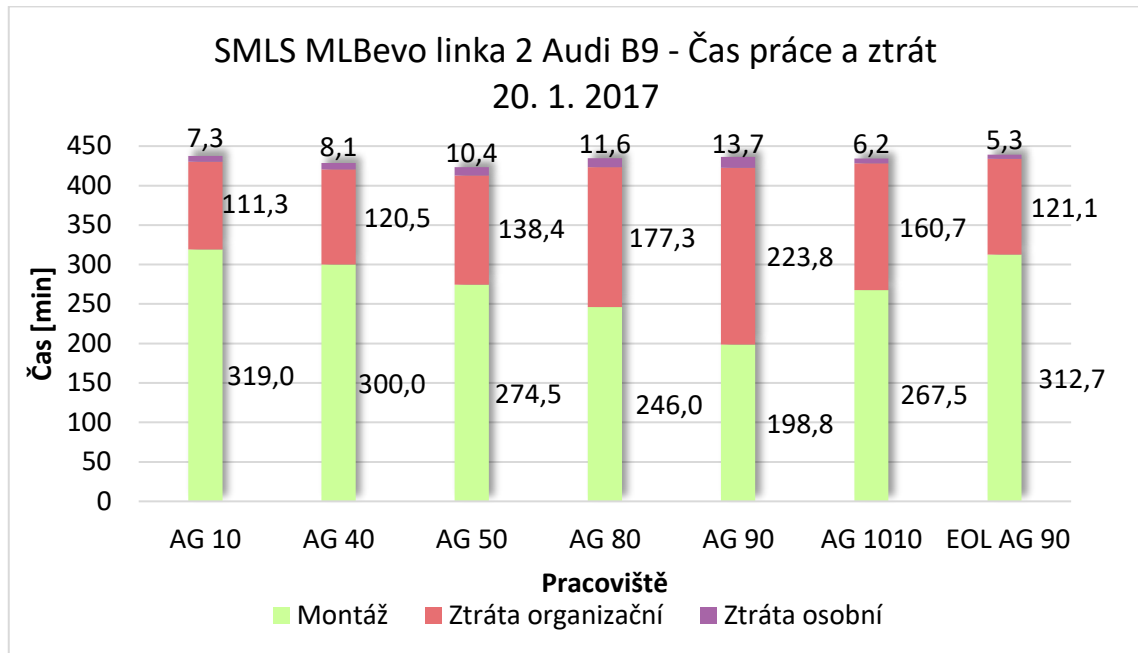
Grafické porovnání času práce a ztrát z tohoto měření znázorňuje Obrázek 6-6. Ztrátové činnosti zde značně převyšují montáž. Nejvyšší ztráta byla na pracovišti AG 80 a to 123 minut ze 180 minut. Čas montáže se pak pohyboval v rozmezí 50 až 75 minut. Nejnižší čas montáže byl na již zmíněném pracovišti AG 80 a dále pak na pracovištích AG 50, AG 90 a AG 1010.



Obrázek 6-6 Grafické vyjádření času práce a ztrát 2. 12. 2016

6.6.3 Čas práce a ztrát 20. 1. 2017

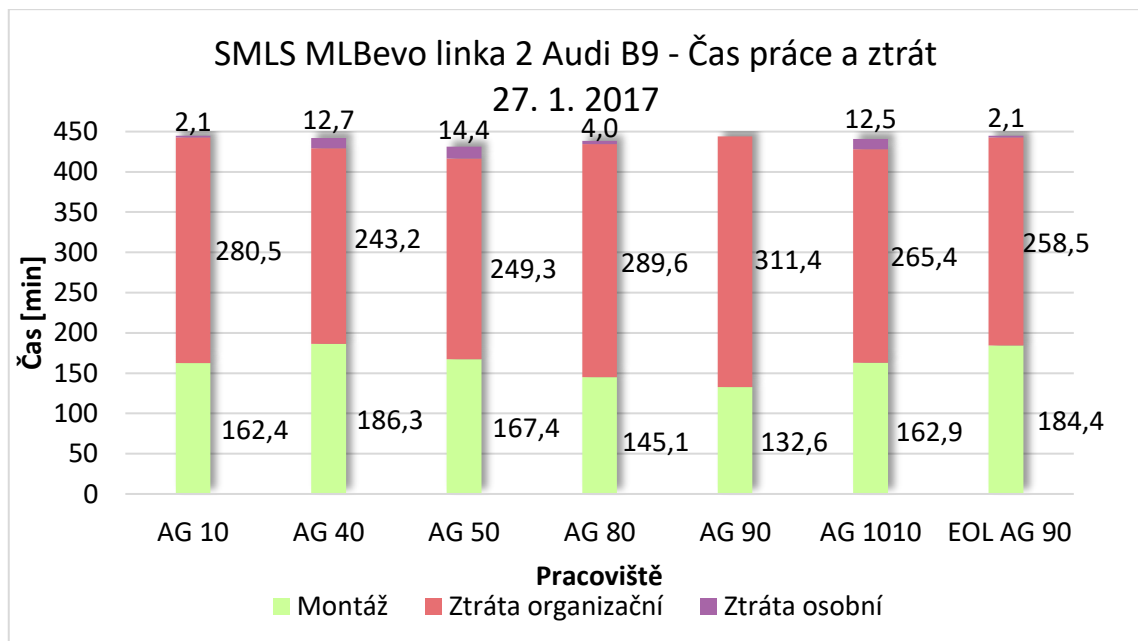
Dne 20. 1. 2017 byl na lince podstatně nižší čas ztrát než čas montáže, viz Obrázek 6-7. Nejvyšší ztráty byly na pracovištích AG 80 a AG 90. Nejnižší byly v tomto případě na pracovišti AG 10, kde byl čas montáže nejvyšší a to 319 minut.



Obrázek 6-7 Grafické vyjádření času práce a ztrát 20. 1. 2017

6.6.4 Čas práce a ztrát 27. 1. 2017

Následující obrázek znázorňuje výsledky ze čtvrtého měření. Ztrátové činnosti zde značně převyšují montáž. Tyto činnosti zahrnují čekání na zahájení výroby, které bylo okolo 10 minut. Dále zahrnují čekání na modul a čekání při opravách linky. Ke konci měření byla potřeba vyměnit prasklý pás a to trvalo zhruba 40 minut a opravit zlomený pin a zkoušečku vyhřívání volantu na pracovišti AG 40 a to trvalo také zhruba 40 minut.



Obrázek 6-8 Grafické vyjádření času práce a ztrát 27. 1. 2017

6.7 Cyklový čas

V této kapitole jsou uvedeny výsledky časů trvání jednotlivých operací prováděných operátory. Data pro určení průměrné doby trvání jedné operace byla pořízena během třetího a čtvrtého pozorování. Pro každé pracoviště bylo naměřeno celkem deset časů, které byly následně zprůměrovány a porovnány s časovou normou, kterou mají stanovenou ve společnosti pro danou linku.

Časová norma pro každé pracoviště na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 je předepsána na 22 sekund.

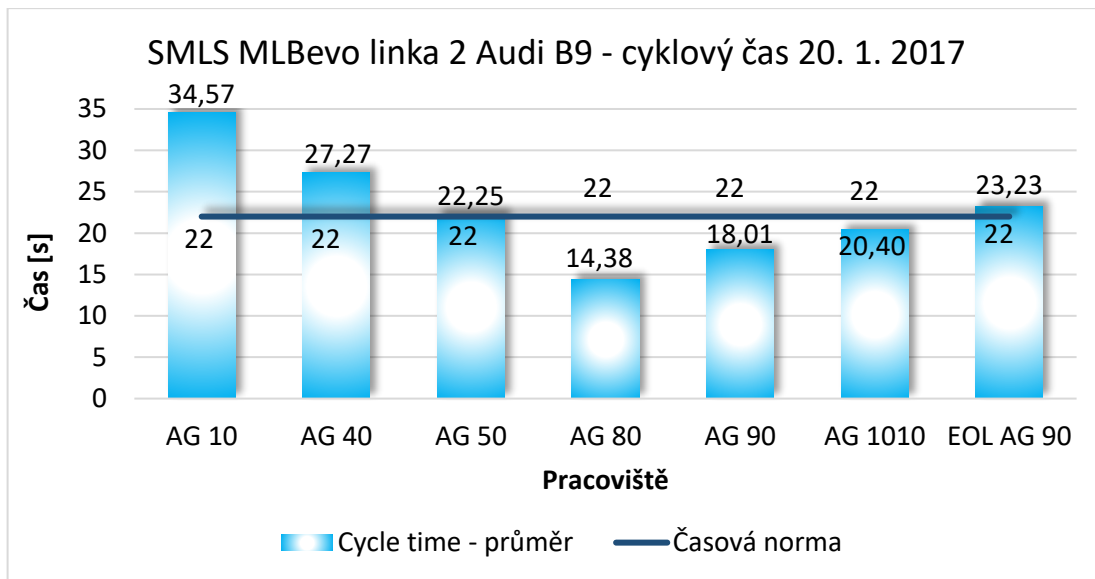
6.7.1 Cyklový čas 20. 1. 2017

Tabulka 6-6 obsahuje naměřené hodnoty času trvání jednotlivých operací ze dne 20. 1. 2017. Dále jsou v tabulce průměrné hodnoty cyklového času pro jednotlivá pracoviště. Naměřené hodnoty jsou v sekundách.

Tabulka 6-6 Cyklový čas na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 20. 1. 2017

| SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 - Cycle time 20.1.2017 | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-----------|
| Náměr | AG 10 | AG 40 | AG 50 | AG 80 | AG 90 | AG 1010 | EOL AG 90 |
| 1. | 30,54 | 31,28 | 21,61 | 14,21 | 19,40 | 18,20 | 26,56 |
| 2. | 37,32 | 26,95 | 23,36 | 15,18 | 17,64 | 17,31 | 23,53 |
| 3. | 34,80 | 28,92 | 21,13 | 13,27 | 16,90 | 16,45 | 22,18 |
| 4. | 34,64 | 26,73 | 21,19 | 15,02 | 17,00 | 21,73 | 23,48 |
| 5. | 33,90 | 25,98 | 21,80 | 15,63 | 20,41 | 19,16 | 23,57 |
| 6. | 35,61 | 27,89 | 22,11 | 13,70 | 20,94 | 18,85 | 25,39 |
| 7. | 35,09 | 26,51 | 23,08 | 14,61 | 16,22 | 23,30 | 24,15 |
| 8. | 35,66 | 26,09 | 22,13 | 13,52 | 17,90 | 23,44 | 22,21 |
| 9. | 34,96 | 26,20 | 23,80 | 13,80 | 18,44 | 20,08 | 20,09 |
| 10. | 33,17 | 26,16 | 22,31 | 14,90 | 15,22 | 25,48 | 21,09 |
| Průměr | 34,57 | 27,27 | 22,25 | 14,38 | 18,01 | 20,40 | 23,23 |

Průměrné hodnoty cyklového času byly dále přeneseny do grafické podoby a porovnány s časovou normou 22 sekund, viz Obrázek 6-9. Časová norma byla během tohoto měření překročena na čtyřech pracovištích. Nejvyšší čas byl naměřen na pracovišti AG 10 a časovou normu převyšoval o 12,57 sekund. Naopak na pracovištích AG 80, AG 90 a AG 1010 byl cyklový čas nižší. Nejvíce se časové normě přibližovalo pracoviště AG 50.



Obrázek 6-9 Grafické znázornění – průměrný cyklový čas ze dne 20. 1. 2017

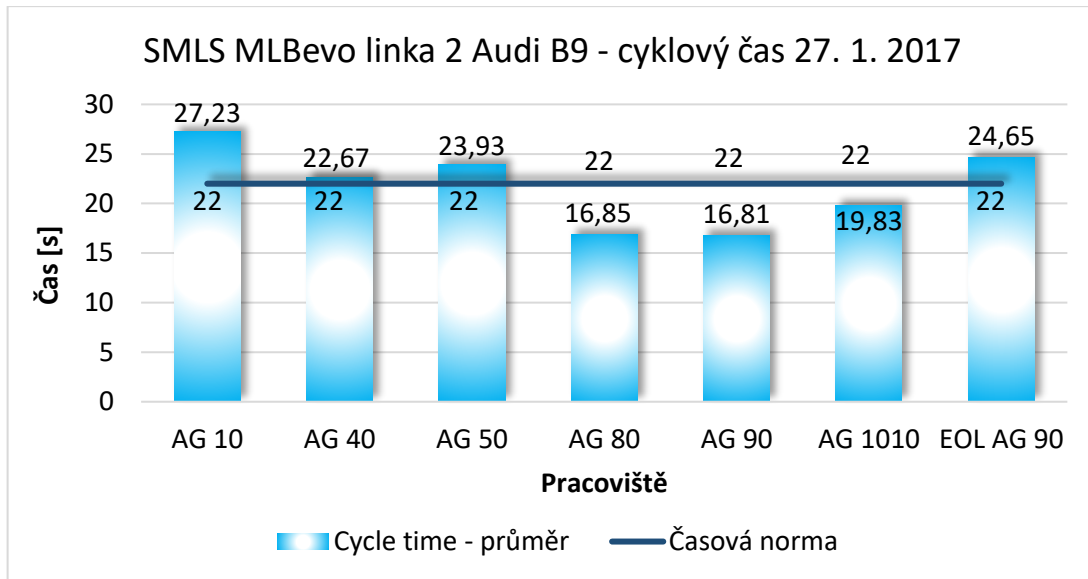
6.7.2 Cyklový čas 27. 1. 2017

Tabulka 6-7 obsahuje naměřené hodnoty času trvání jednotlivých operací ze dne 27. 1. 2017. Dále jsou v tabulce také průměrné hodnoty cyklového času pro jednotlivá pracoviště. Naměřené hodnoty jsou v sekundách.

Tabulka 6-7 Cyklový čas na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 27. 1. 2017

| SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 - Cycle time 27.1.2017 | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Náměr | AG 10 | AG 40 | AG 50 | AG 80 | AG 90 | AG 1010 | EOL AG 90 |
| 1. | 24,57 | 24,51 | 24,11 | 15,09 | 13,91 | 19,33 | 22,46 |
| 2. | 24,15 | 20,09 | 23,54 | 18,38 | 18,31 | 21,37 | 25,43 |
| 3. | 29,64 | 20,82 | 23,45 | 17,73 | 16,13 | 21,52 | 26,01 |
| 4. | 26,08 | 23,36 | 21,56 | 14,89 | 15,00 | 18,87 | 23,35 |
| 5. | 29,08 | 23,23 | 24,32 | 20,01 | 17,71 | 18,22 | 24,09 |
| 6. | 25,12 | 24,01 | 25,12 | 18,83 | 15,35 | 19,76 | 23,12 |
| 7. | 29,48 | 21,33 | 24,11 | 15,62 | 19,13 | 20,56 | 27,08 |
| 8. | 27,79 | 24,07 | 27,98 | 17,72 | 16,18 | 20,78 | 23,71 |
| 9. | 27,80 | 22,12 | 22,01 | 14,79 | 16,94 | 20,26 | 26,01 |
| 10. | 28,56 | 23,11 | 23,10 | 15,42 | 19,41 | 17,62 | 25,27 |
| Průměr | 27,23 | 22,67 | 23,93 | 16,85 | 16,81 | 19,83 | 24,65 |

Z vypočtených průměrných hodnot byl opět vytvořen graf, viz Obrázek 6-10. Při druhém měření cyklového času se naměřené hodnoty více přibližovaly časové normě 22 sekund oproti předešlému měření. Nejvyšší čas byl naměřen opět na prvním pracovišti AG 10. Dále pak časovou normu převyšovaly pracoviště AG 40, AG 50 a EOL AG 90. Nejnižší cyklový čas byl na pracovištích AG 80 a AG 90 a to 16,85 a 16,81 sekund. Čas na pracovišti AG 1010 byl velmi podobný času z předešlého měření.



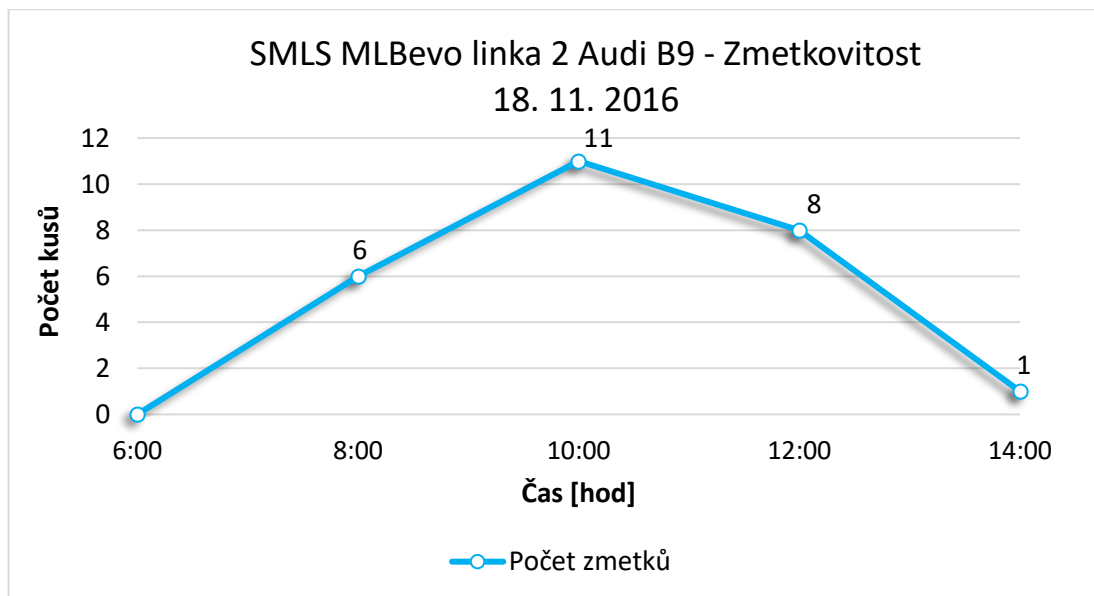
Obrázek 6-10 Grafické znázornění – průměrný cyklový čas ze dne 27. 1. 2017

6.8 Zmetkovitost

Během jednotlivých směn byl také sledován počet neopravitelných zmetků, jejich počet je popsán v následujících podkapitolách.

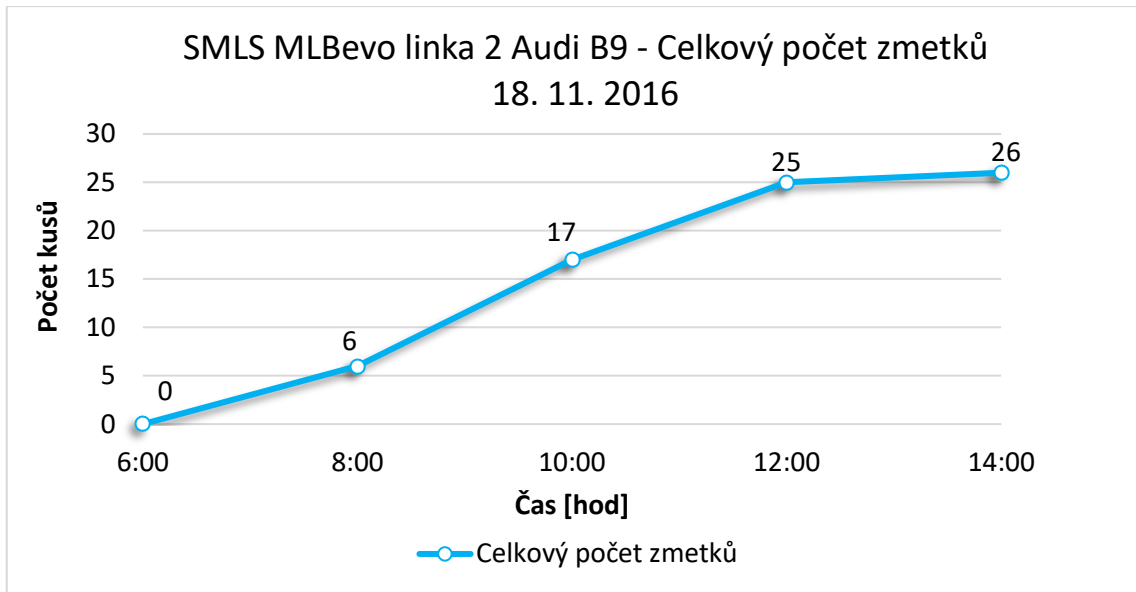
6.8.1 Zmetkovitost 18. 11. 2016

Následující graf znázorňuje počet zmetků, kdy po 10 hodině má klesající tendenci, viz Obrázek 6-11. Jedná se o měření, které probíhalo 18. 11. 2016. Počet zmetků byl zaznamenáván v dvouhodinovém časovém intervalu.



Obrázek 6-11 Grafické znázornění zmetkovitosti – 18. 11. 2016

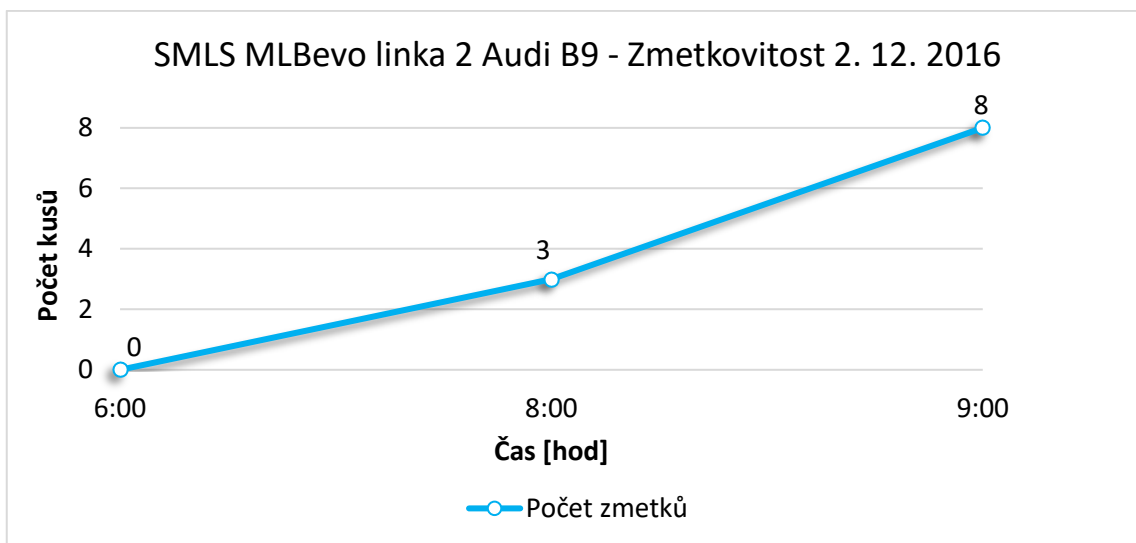
Obrázek 6-12 ukazuje celkový počet zmetků v dvouhodinovém časovém intervalu. Počet zmetků do 10 hodiny znatelně vzrostl, po dalších dvou hodinách se navýšil o dalších 8 kusů a během posledních dvou hodin byl vyroben už jen jeden zmetek. Celkový počet zmetků byl během prvního pozorování 26 kusů a vyrobeno bylo celkem 390 podvolantových modulů.



Obrázek 6-12 Grafické znázornění celkového počtu zmetků – 18. 11. 2016

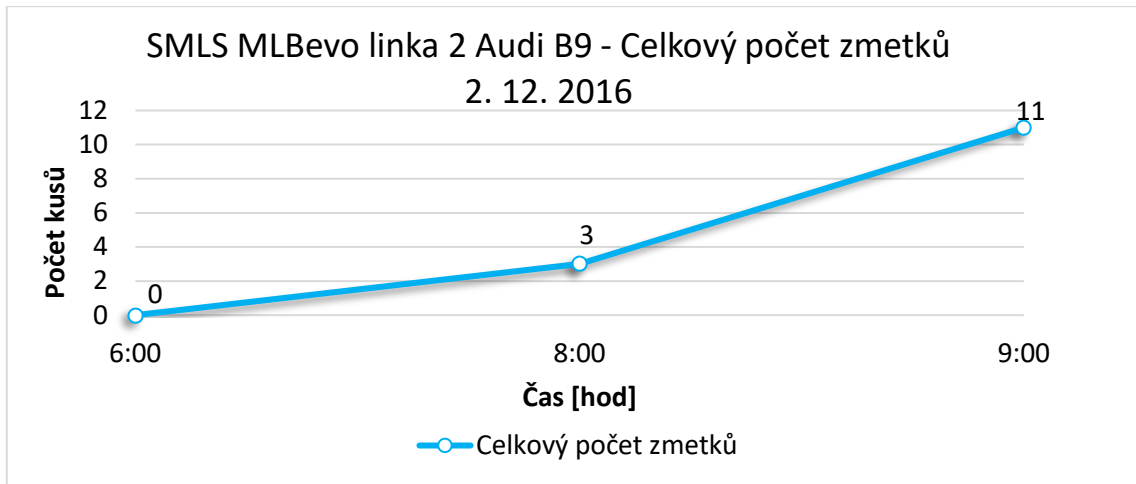
6.8.2 Zmetkovitost 2. 12. 2016

Zde můžeme vidět grafy pro druhé měření, které probíhalo pouze 3 hodiny z důvodu poruchy robota, který špatně zakládá schieber. Dále během této směny docházelo k častému střídání pracovníků. Obrázek 6-13 znázorňuje počet zmetků v průběhu tří hodin. Během prvních dvou hodin byly vyrobeny 3 vadné kusy, následující hodinu bylo vytvořeno dalších 8 neopravitelných zmetků.



Obrázek 6-13 Grafické znázornění zmetkovitosti – 2. 12. 2016

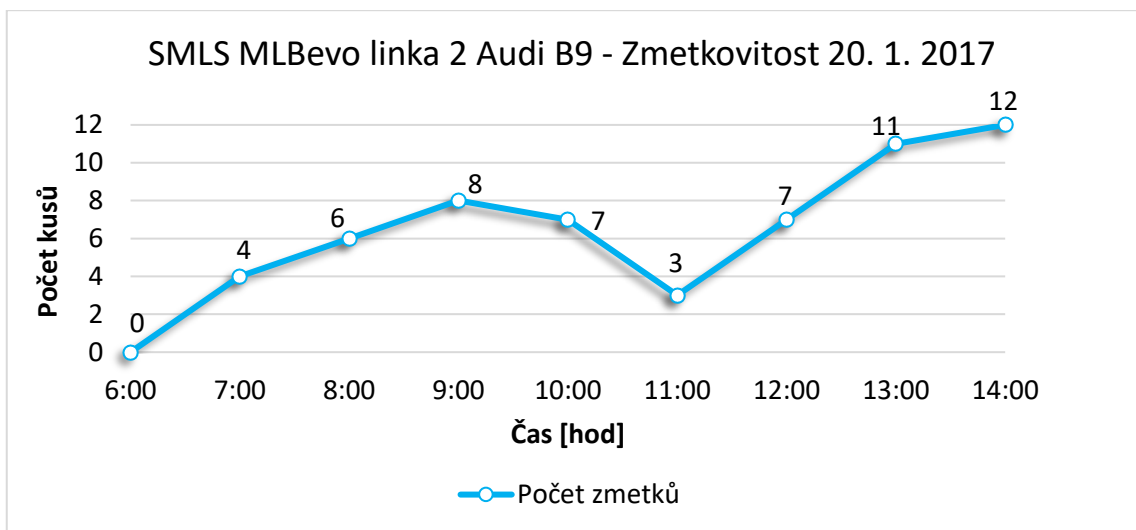
Během tříhodinového pozorování dne 2. 12. 2016 byl celkový počet zmetků 11 kusů a vyrobeno bylo celkem 110 kusů.



Obrázek 6-14 Grafické znázornění celkového počtu zmetků – 2. 12. 2016

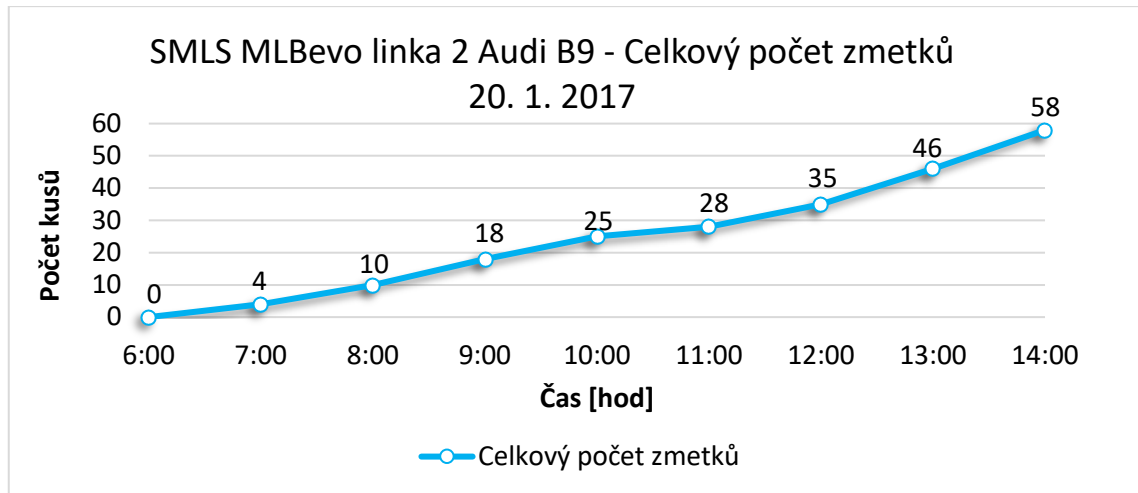
6.8.3 Zmetkovitost 20. 1. 2017

Během dalšího měření ze dne 20. 1. 2017 měl počet zmetků do 9 hodiny rostoucí tendenci, poté se jejich počet snižoval a od 11 hodiny se opět zvyšoval, jak ukazuje Obrázek 6-15. Počet zmetků byl zde zaznamenáván v hodinovém časovém intervalu.



Obrázek 6-15 Grafické znázornění zmetkovitosti – 20. 1. 2017

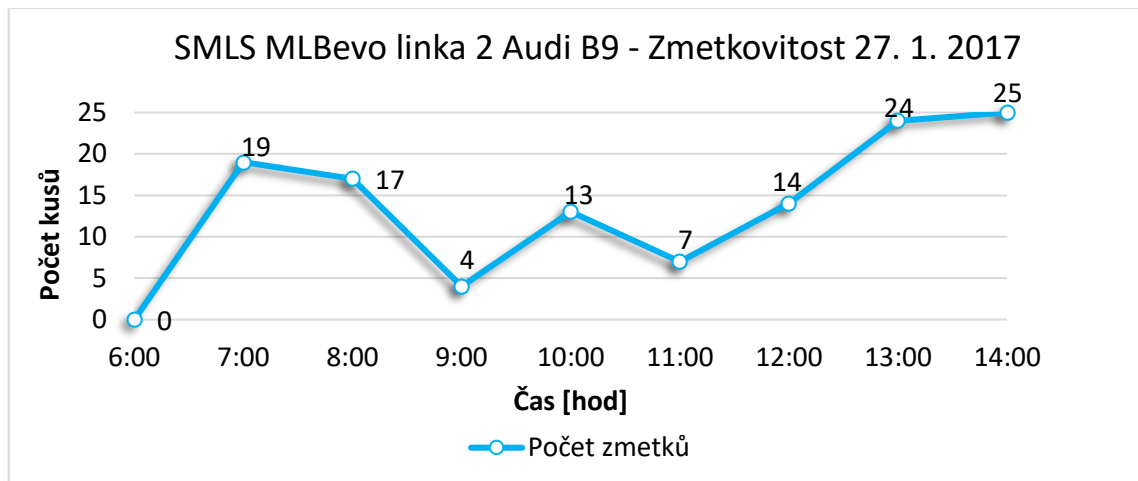
Obrázek 6-16 ukazuje celkový počet zmetků v hodinovém časovém intervalu. Počet zmetků měl do 14 hodiny konstantní růst. Celkový počet zmetků byl během třetího pozorování 58 kusů. Vyrobeno bylo celkem 478 podvolantových modulů.



Obrázek 6-16 Grafické znázornění celkového počtu zmetků – 20. 1. 2017

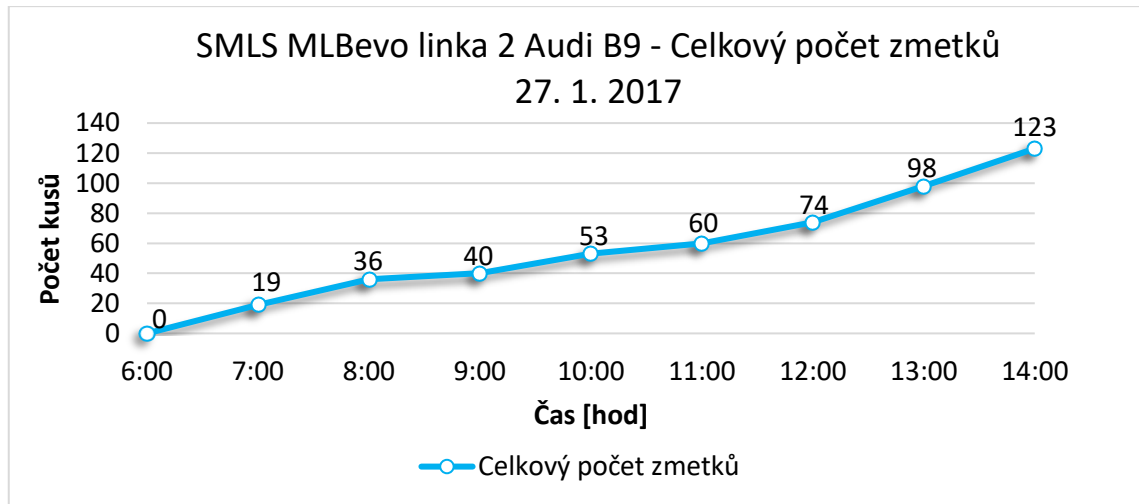
6.8.4 Zmetkovitost 27. 1. 2017

Při posledním měření byl počet zmetků zaznamenán v hodinovém časovém intervalu. Hodnoty během pozorování značně kolísaly a od 11 hodiny měly již rostoucí tendenci. Za poslední hodinu sledování linky bylo vyrobeno nejvíce zmetků a to 25 kusů, viz Obrázek 6-17.



Obrázek 6-17 Grafické znázornění zmetkovitosti – 27. 1. 2017

Celkový počet zmetků byl během posledního pozorování 123 kusů a tím nejvyšší ze všech pozorování. Za osmihodinové pozorování bylo celkem vyrobeno pouze 247 podvolantových modulů.



Obrázek 6-18 Grafické znázornění celkového počtu zmetků – 27. 1. 2017

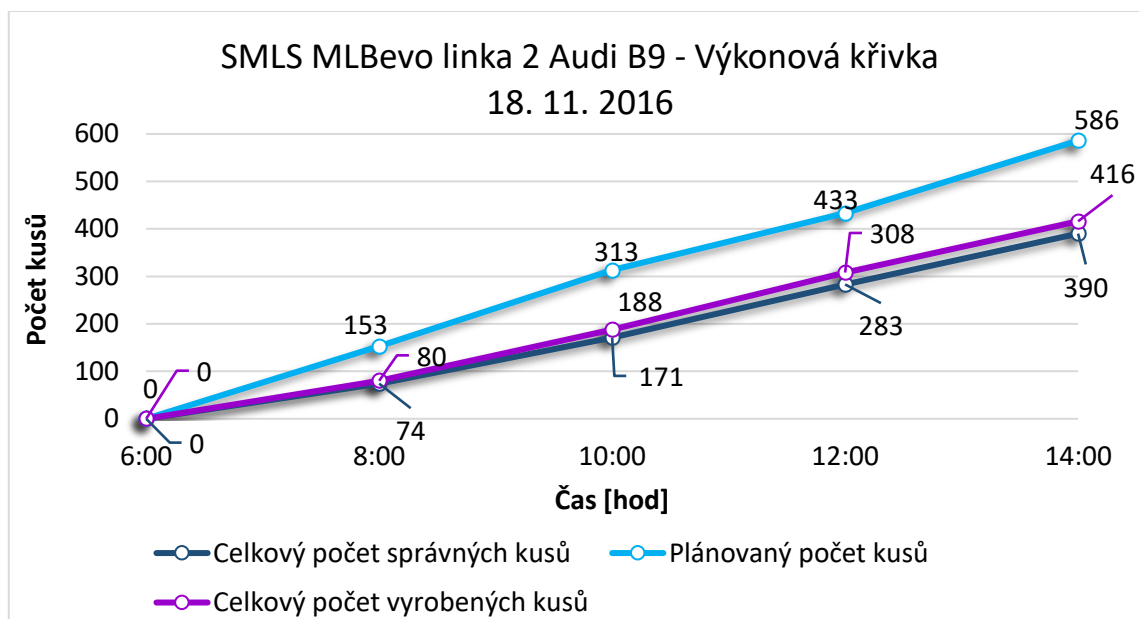
6.9 Výkonová křivka

V následujících podkapitolách je graficky znázorněno porovnání plánovaného, celkového počtu vyrobených modulů a celkový počet správných kusů v hodinovém časovém intervalu na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9. Ve společnosti je pro vybranou linku stanovena norma množství na 80 kusů za hodinu. V plánovaném množství pro jednotlivé časové úseky jsou také zahrnuty přestávky na jídlo a oddech.

6.9.1 Výkonová křivka 18. 11. 2016

Zde je graf znázorňující celkový počet vyrobených kusů během 8 hodin, horní křivka znázorňuje plánovaný počet kusů. Rozdíl mezi skutečně vyrobeným množstvím a plánovaným byl 196 kusů. Během tohoto měření docházelo k častému zastavování linky a to z důvodu výpadku jedné větve elektřiny.

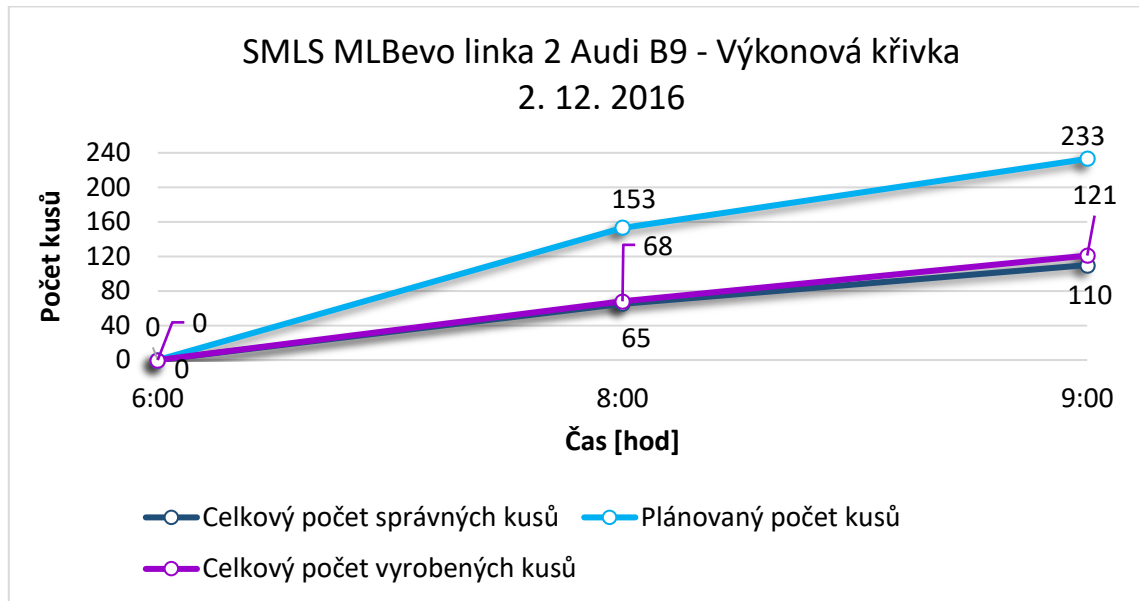
Počet vyrobených modulů byl zaznamenáván v dvouhodinovém časovém intervalu.



Obrázek 6-19 Grafické znázornění plánovaného a vyrobeného počtu modulů 18. 11.

6.9.2 Výkonová křivka 2. 12. 2016

Během druhého měření byl na lince problém s robotem, který špatně zakládá schieber. Počet vyrobených modulů za tříhodinové pozorování byl 110 kusů, což není ani polovina z plánovaného množství, jak ukazuje Obrázek 6-20.

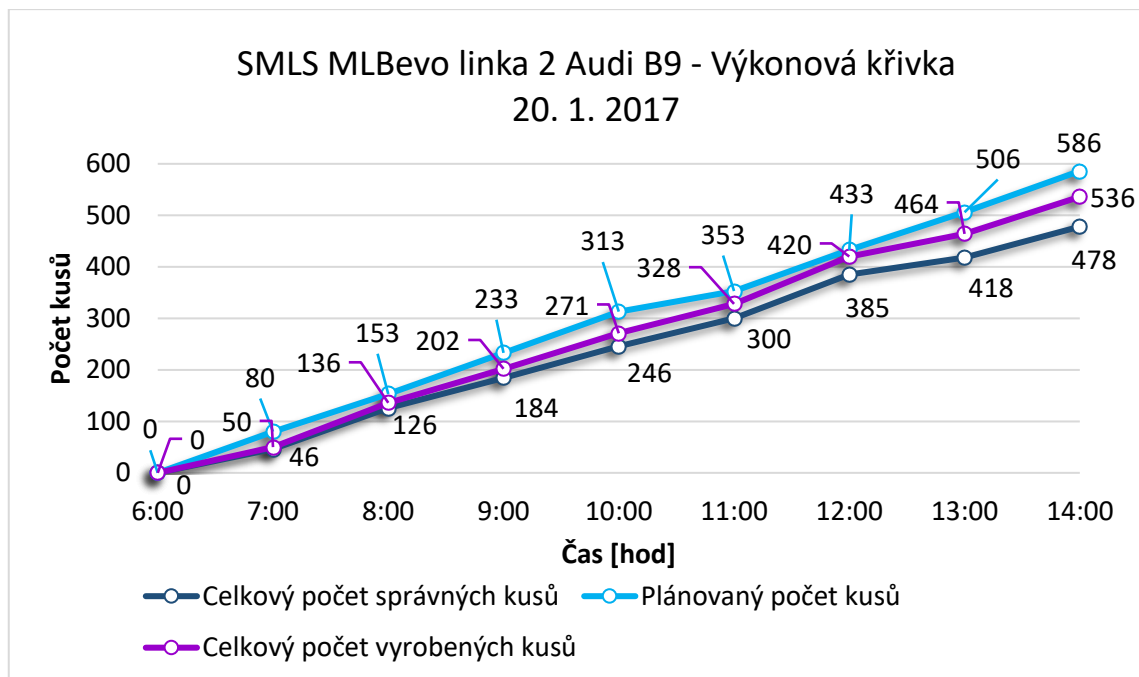


Obrázek 6-20 Grafické znázornění plánovaného a vyrobeného počtu modulů 2. 12.

6.9.3 Výkonová křivka 20. 1. 2017

Při třetím měření byla linka nejméně poruchová a počet správných modulů oproti ostatním měření vzrostl na 478 kusů a velmi se přibližoval plánovanému množství, které bylo 586 kusů, viz Obrázek 6-21. Rozdíl mezi skutečně vyrobeným množstvím a plánovaným byl 108 kusů.

Jednotlivé hodnoty byly zaznamenány v hodinovém časovém intervalu.

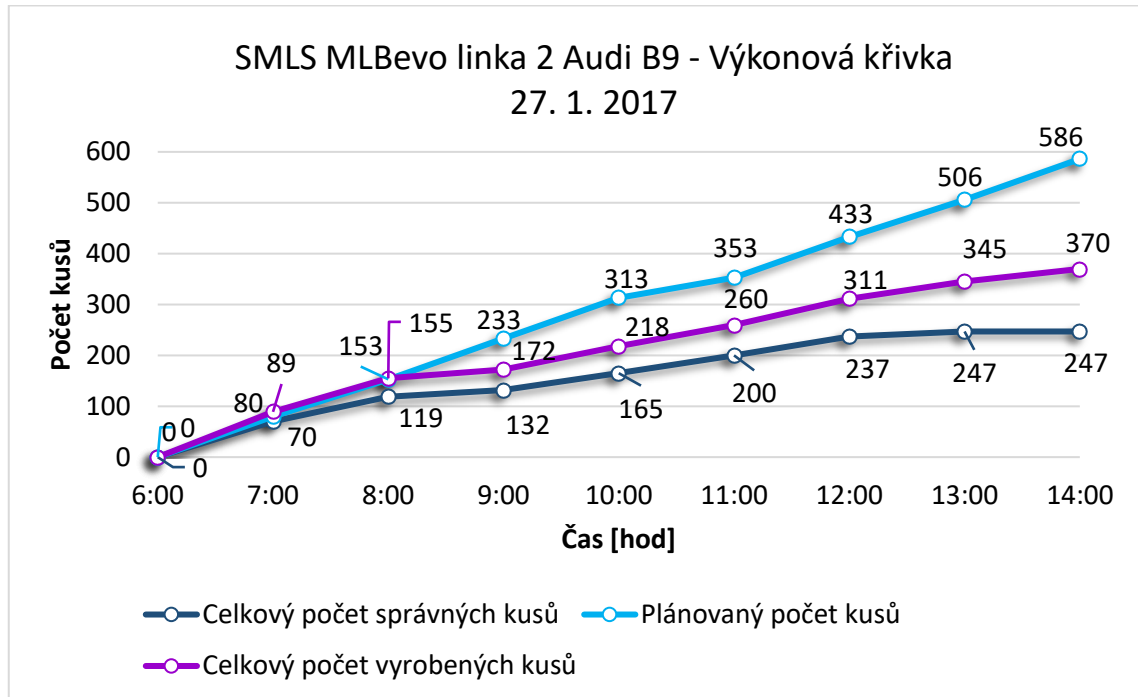


Obrázek 6-21 Grafické znázornění plánovaného a vyrobeného počtu modulů 20. 1.

6.9.4 Výkonová křivka 27. 1. 2017

Obrázek 6-22 ukazuje značný rozdíl mezi plánovaným počtem kusů a celkovým počtem správných kusů, který byl 339 kusů. Skutečně vyrobené množství se za osmihodinové pozorování nedostalo ani na polovinu plánovaného množství. V grafu je dále znázorněn celkový počet vyrobených modulů zahrnující i zmetky, jichž bylo v daný den celkem 123 kusů. Nebýt těchto zmetků mohlo být vyrobeno celkem 370 kusů.

Počet vyrobených modulů byl zde zaznamenáván v hodinovém časovém intervalu.



Obrázek 6-22 Grafické znázornění plánovaného a vyrobeného počtu modulů 27. 1.

6.10 Rozbor ztrátových činností

Během pozorování byly zjištěny hlavní ztrátové časy, které jsou podrobněji popsány níže.

Ztráta osobní

- Odchod z pracoviště
- Překročení pauzy

Ztráta organizační

Čekání na modul

- Často dochází k čekání na paletku s modulem.

Čekání na zahájení směny

- Jedná se o čas strávený přípravou pracoviště a zahájení samotné výroby.

Čekání při přenastavení linky na jinou variantu

- Čas, kdy se čeká, až se linka nastaví a dorazí první paletka s modulem jiného označení.

Porucha stroje

- Výskyt poruch strojního zařízení je zde velmi častý. Pokud se jedná o poruchy závažnější, pak je zastavena celá linka.

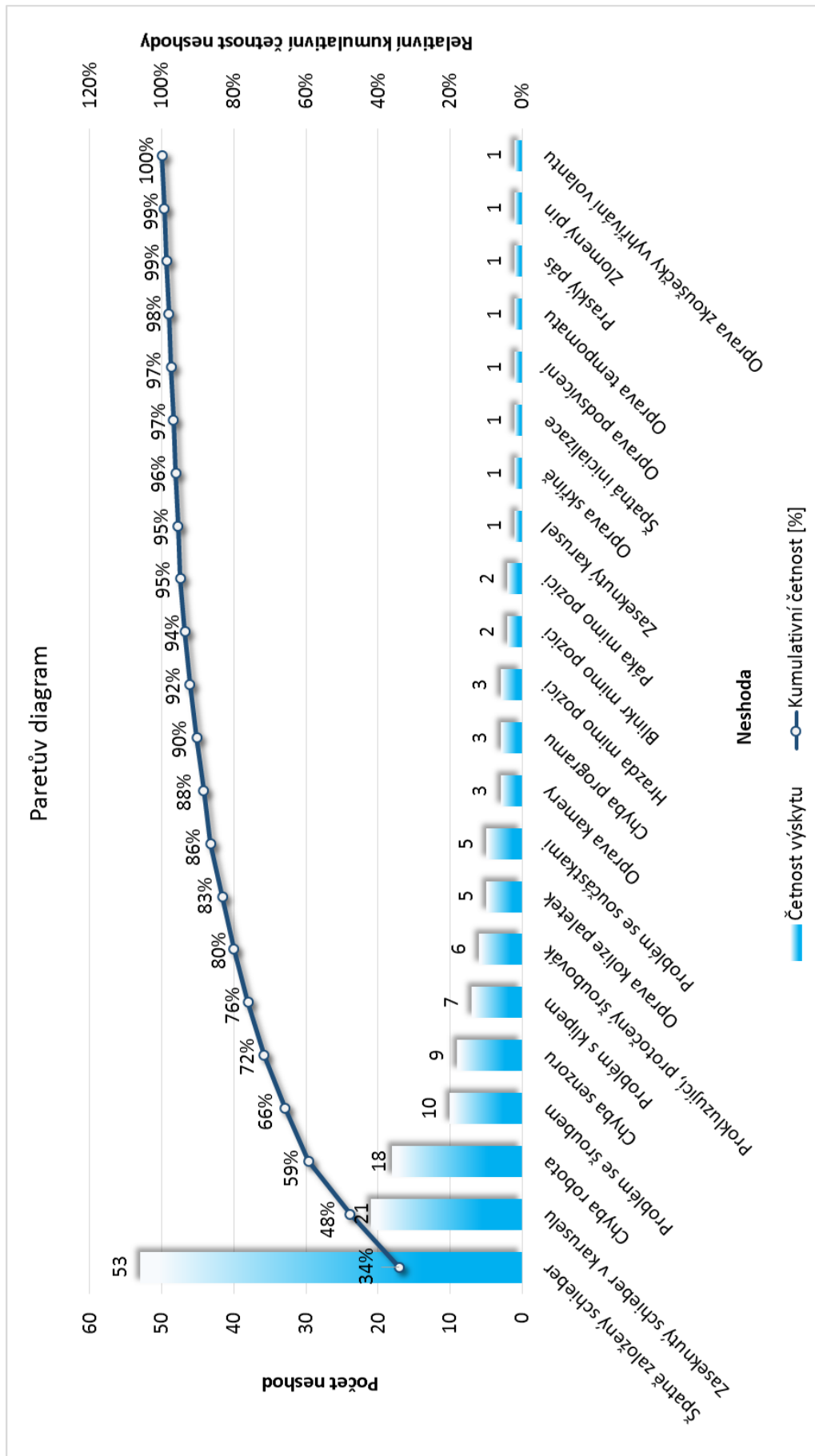
Přehled jednotlivých oprav na vybrané lince za všechna pozorování obsahuje následující tabulka. Nejčastěji se na lince musel řešit problém se zakládáním schieberu. Dále bylo během sledování dané linky vypořádáno časté zaseknutí schieberu v karuselu a chyba robota. Četnost výskytu výše uvedených závad dává dohromady 59 %.

Tabulka 6-8 Přehled oprav na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9

| Číslo | Závada | Výskyt | Četnost [%] | Kumulativní četnost [%] |
|-------|------------------------------------|--------|-------------|-------------------------|
| 1 | Špatně založený schieber | 53 | 34% | 34% |
| 2 | Zaseknutý schieber v karuselu | 21 | 14% | 48% |
| 3 | Chyba robota | 18 | 12% | 59% |
| 4 | Problém se šroubem | 10 | 6% | 66% |
| 5 | Chyba senzoru | 9 | 6% | 72% |
| 6 | Problém s klipem | 7 | 5% | 76% |
| 7 | Prokluzující, protočený šroubovák | 6 | 4% | 80% |
| 8 | Oprava kolize paletek | 5 | 3% | 83% |
| 9 | Problém se součástkami | 5 | 3% | 86% |
| 10 | Oprava kamery | 3 | 2% | 88% |
| 11 | Chyba programu | 3 | 2% | 90% |
| 12 | Hrazda mimo pozici | 3 | 2% | 92% |
| 13 | Blinkr mimo pozici | 2 | 1% | 94% |
| 14 | Páka mimo pozici | 2 | 1% | 95% |
| 15 | Zaseknutý karusel | 1 | 1% | 95% |
| 16 | Oprava skříně | 1 | 1% | 96% |
| 17 | Špatná inicializace | 1 | 1% | 97% |
| 18 | Oprava podsvícení | 1 | 1% | 97% |
| 19 | Oprava tempomatu | 1 | 1% | 98% |
| 20 | Prasklý pás | 1 | 1% | 99% |
| 21 | Zlomený pin | 1 | 1% | 99% |
| 22 | Oprava zkoušečky vyhřívání volantu | 1 | 1% | 100% |

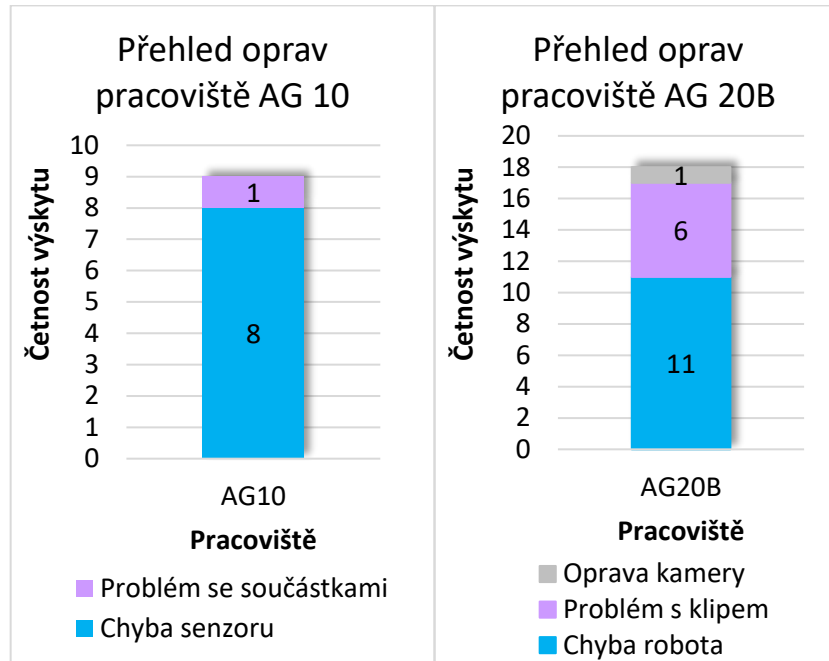
Na základě určení absolutní a relativní četnosti výskytu neshod byl zpracován Paretův diagram, viz Obrázek 6-23. Pomocí Paretova diagramu lze například určit, že na vznikajících problémech se rozhodující měrou podílí jen určitá skupina neshod ze všech neshod. Z Paretova diagramu je patrné, že pro dosažení požadovaného efektu 80 % je potřeba zaměřit se na následující závady:

- Špatně založený schieber, zaseknutý schieber v karuselu,
- Chyba robota a senzoru,
- Problém se šroubem a s klipem,
- Prokluzující, protočený šroubovák.

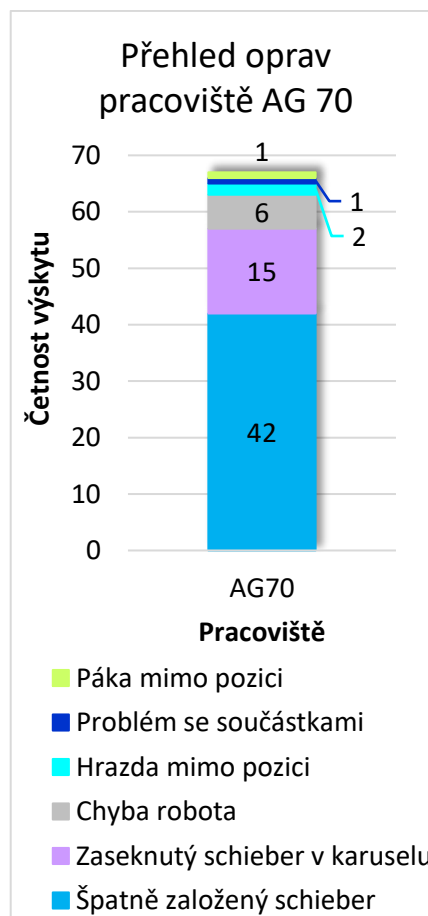


Obrázek 6-23 Paretův diagram – neshody

Na následujících obrázcích jsou graficky znázorněny vypořizované opravy na pracovištích, kam musel seřizovač chodit nejčastěji. Nejvíce oprav bylo vypořizováno na pracovišti AG 70, viz Obrázek 6-25. Přehled všech oprav je graficky znázorněn v Příloze č. 3.



Obrázek 6-24 Grafické znázornění přehledu oprav na pracovišti AG 10 a AG 20B



Obrázek 6-25 Grafické znázornění přehledu oprav na pracovišti AG 70

7 Návrh na zlepšení současného stavu

Na základě vyhodnocení provedených měření a praktického pozorování pracovišť na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 byly navrženy možné způsoby řešení vzniklých problémů. Nejčastěji se objevujícím problémem bylo čekání způsobené poruchami.

Pozorováním bylo zjištěno, že významnou časovou ztrátu představují poruchy strojního zařízení. Dále časové ztráty v procesu výroby vznikají z nevyváženého rozdělení pracovních operací na jednotlivých pracovištích a z odlišné rychlosti provedení pracovní operace ze strany pracovníků.

7.1 Signalizační zařízení

Při vzniku poruchy je důležité její včasné odhalení a zajištění rychlé nápravy. Na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 je umístěno pouze pár světelných signalizačních zařízení. To má za následek, že pracovník někdy zaznamená poruchu stroje se zpožděním a neví, kde přesně došlo k problému. Další nevýhodou je to, že v případě poruchy se pracovník snaží vyhledat seřizovače, čímž dochází k další časové ztrátě.

Možným řešením tohoto problému je umístění světelného signalizačního zařízení na všechny pracoviště. Světelná signalizace má tři úrovně (porucha stroje, čekání stroje a chod stroje) a tím sděluje pracovníkovi jednoznačné informace o stavu stroje.

Pro přivolání seřizovače na pracoviště je rovněž vhodná zvuková signalizace, která dá seřizovači jasný signál, že na daném místě vznikl určitý problém a je potřeba ho vyřešit. Operátor tak v případě závady nemusí opustit své pracoviště, ale seřizovače upozorní pouze zvukovým signálem.

7.2 Pravidelná údržba strojního zařízení

Dalším řešením snížení poruchovosti stroje je zapojení všech pracovníků a zavedení a dodržování určitého systému periodických kontrol strojů a zařízení, aby bylo dosaženo plynulého chodu těchto zařízení. Dále je nutné pracovníky motivovat k údržbě a také by měli zaměstnanci absolvovat školení v oblasti základní údržby.

Dodržováním principů TPM lze eliminovat všechny druhy ztrát, dosáhnout zvýšení produktivity zařízení a zvýšení účinnosti údržby. Pravidelnou údržbou strojního zařízení lze dosáhnout i snížení zmetkovitosti.

7.3 Analýza vniklých závad

Dalším návrhem v oblasti eliminace poruch je důkladná analýza poruch na stroji, kdy je důležité analyzovat veškeré závady a vyhodnocení jejich závažnosti z hlediska ohrožení procesu výroby. Důležité je zaměřit se zejména na opakované závady a navrhnout opatření na jejich eliminaci. Principem je zapojení pracovníků starajících se o údržbu strojního zařízení a provádění pravidelného a kvalitního sběru dat o vzniklých závadách na stroji a jejich opravách. Získané informace o chodu výrobních zařízení mohou být aplikovány při stanovení spolehlivosti a skutečné doby provozu sledovaného výrobního zařízení. Tímto způsobem se umožní zpřesnit intervaly údržby podle skutečné potřeby.

7.4 Kvalifikovanost pracovníků

V procesu výroby je důležité přesné dodržování pracovních postupů. Při jejich nedodržování může dojít k časovým ztrátám. Ve společnosti jsou vypracovány návodky pro každé pracoviště, které slouží jako informační materiál pro pracovníky obsluhující dané pracoviště. Z hlediska dodržování správného postupu montáže je nutné pracovníky řádně proškolit.

7.5 Vybalancování pracovišť

Na základě analýzy současného stavu linky SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 bylo zjištěno, že jsou na pracovištích nerovnoměrně rozloženy pracovní operace a cyklový čas byl na některých pracovištích odlišný od časové normy. Cílem balancování linky je dosáhnout relativně stejných časů cyklu jednotlivých operátorů na lince a strojních operací.

Vybalancováním linky lze dosáhnout:

- vyrovnání výrobního taktu,
- navýšení výrobního výkonu,
- zkrácení průběžné doby výroby,
- odstranění čekání pracovníků,
- rovnoměrného vytížení jednotlivých pracovišť.

8 Přínosy a vyhodnocení

Ekonomické podklady k jednotlivým výrobkům nebyly poskytnuty, z toho důvodu vyhodnocení bude pouze procentuální a výkonové. Pro výkonové zhodnocení je nutné vypočítat takt výroby a využití výrobní kapacity.

8.1 Takt výroby

Takt výrobní linky představuje dobu, za kterou se na lince vyhotoví jeden díl nebo doba mezi dokončením dvou po sobě následujících výrobků na montážní lince.

$$T_v = \frac{t_o}{n} \quad (1)$$

t_o – délka směny

n – objem zadávané výroby za směnu

$$T_v = \frac{480}{640} = 0,75 \text{ min/ks} \quad (2)$$

8.2 Analýza využití výrobní kapacity

Výrobní kapacita je stanovena jako maximální množství výrobků, které může dané výrobní zařízení vyrobit za určité období.

$$k_c = \frac{Q_s}{Q_p} \cdot 100 (\%) \quad (3)$$

k_c – koeficient celkového využití výrobní kapacity

Q_s – skutečný objem výroby

Q_p – kapacitní objem výroby

Tabulka 8-1 Údaje o skutečném a kapacitním objemu výroby za jednotlivá měření

| Datum | Plánovaný počet kusů | Celkový počet správných kusů | Celkový počet vyrobených kusů | Celkový počet zmetků [ks] |
|------------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 18.11.2016 | 586 | 390 | 416 | 26 |
| 20.01.2017 | 586 | 478 | 536 | 58 |
| 27.01.2017 | 586 | 247 | 370 | 123 |
| Průměr | 586 | 372 | 441 | 69 |

Následující výpočty představují využití výrobní kapacity vybrané linky SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 za jednotlivá pozorování. Skutečný objem produkce zde zahrnuje celkový počet správných kusů. Dále je také vypočítán koeficient celkového využití výrobní kapacity, který zahrnuje vstupní údaje ze všech tří pozorování. Při výpočtech využití výrobní kapacity byly vynechány výsledky z druhého měření, kdy zaznamenávání časových údajů trvalo pouze tři hodiny.

$$k_{c1} = \frac{390}{586} \cdot 100 (\%) = 66,55 \% \quad (4)$$

$$k_{c2} = \frac{478}{586} \cdot 100 (\%) = 81,57 \% \quad (5)$$

$$k_{c3} = \frac{247}{586} \cdot 100 (\%) = 42,15 \% \quad (6)$$

$$k_c = \frac{390+478+247}{586+586+586} \cdot 100 (\%) = 63,42 \% \quad (7)$$

Odstranění zmetkovitosti

Na základě pravidelné údržby strojního zařízení a eliminace opakujících se závad a především na schopnostech pracovníků obsluhující dané pracoviště lze dosáhnout snížení zmetkovitosti.

Skutečný objem výroby je zde navýšen o zaznamenaný počet zmetků z jednotlivých pozorování.

$$k_{c1} = \frac{416}{586} \cdot 100 (\%) = 70,99 \% \quad (8)$$

$$k_{c2} = \frac{536}{586} \cdot 100 (\%) = 91,47 \% \quad (9)$$

$$k_{c3} = \frac{370}{586} \cdot 100 (\%) = 63,14 \% \quad (10)$$

$$k_c = \frac{416+536+370}{586+586+586} \cdot 100 (\%) = 72,20 \% \quad (11)$$

Tabulka 8-2 představuje objem výroby, který by mohl být vyroben navíc při plném využití výrobní kapacity před a po odstranění zmetkovitosti. Kapacitní rezerva ukazuje rozdíl mezi plánovaným a skutečným objemem výroby.

$$Q_{p11} - Q_{s11} = 586 - 390 = 196 \quad (12)$$

$$Q_{p12} - Q_{s12} = 586 - 478 = 108 \quad (13)$$

$$Q_{p13} - Q_{s13} = 586 - 247 = 339 \quad (14)$$

$$Q_{p21} - Q_{s21} = 586 - 416 = 170 \quad (15)$$

$$Q_{p22} - Q_{s22} = 586 - 536 = 50 \quad (16)$$

$$Q_{p23} - Q_{s23} = 586 - 370 = 216 \quad (17)$$

Tabulka 8-2 Porovnání kapacitní rezervy před a po odstranění zmetkovitosti [v ks]

| Kapacitní rezerva [ks] | | |
|------------------------|------|-----|
| Datum | před | po |
| 18.11.2016 | 196 | 170 |
| 20.01.2017 | 108 | 50 |
| 27.01.2017 | 339 | 216 |
| Průměr | 214 | 145 |

Odstranění osobních ztrát

Během sledování linky bylo dále vyzorované časté překročení přestávky či odchod z pracoviště. V průměru se osobní ztráta pohybovala okolo 9 minut. Zaškolením pracovníků, lepší organizací práce a především eliminací zásadních poruch lze zajistit, aby linka byla v provozu a operátoři během montáže neodcházeli ze svého pracoviště.

Tabulka 8-3 Přehled osobních ztrát a možného navýšení počtu kusů

| Datum | Ztráta osobní [%] | Ztráta osobní [min] | Navýšení počtu kusů |
|------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 18.11.2016 | 2,24% | 10,75 | 14 |
| 20.01.2017 | 1,86% | 8,93 | 12 |
| 27.01.2017 | 1,42% | 6,82 | 9 |
| Průměr | 1,84% | 8,83 | 12 |

Skutečný objem výroby je navýšen o počet kusů, který by mohl být vyroben v případě odstranění osobních ztrát.

$$k_{c1} = \frac{430}{586} \cdot 100 (\%) = 73,38 \% \quad (18)$$

$$k_{c2} = \frac{548}{586} \cdot 100 (\%) = 93,52 \% \quad (19)$$

$$k_{c3} = \frac{379}{586} \cdot 100 (\%) = 64,68 \% \quad (20)$$

$$k_c = \frac{430+548+379}{586+586+586} \cdot 100 (\%) = 77,19 \% \quad (21)$$

Odstranění čekání na zahájení výroby

Další organizační ztrátou bylo čekání na zahájení výroby, které v průměru trvalo okolo 11 minut.

Tabulka 8-4 Přehled čekání na zahájení výroby a možného navýšení počtu kusů

| Datum | Čekání na zahájení výroby [%] | Čekání na zahájení výroby [min] | Navýšení počtu kusů |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| 18.11.2016 | 3,16% | 15,15 | 20 |
| 20.01.2017 | 2,13% | 10,24 | 14 |
| 27.01.2017 | 1,47% | 7,05 | 9 |
| Průměr | 2,25% | 10,81 | 14 |

Následující výpočty představují navýšení využití výrobní kapacity při včasném zahájení výroby.

$$k_{c1} = \frac{450}{586} \cdot 100 (\%) = 76,79 \% \quad (22)$$

$$k_{c2} = \frac{562}{586} \cdot 100 (\%) = 95,90 \% \quad (23)$$

$$k_{c3} = \frac{388}{586} \cdot 100 (\%) = 66,21 \% \quad (24)$$

$$k_c = \frac{450+562+388}{586+586+586} \cdot 100 (\%) = 79,64 \% \quad (25)$$

Následující tabulky představují postupné navýšení využití výrobní kapacity při odstranění zmetkovitosti, osobních ztrát a čekání na zahájení výroby.

Tabulka 8-5 Postupné navýšení výrobní kapacity odstraněním ztrát [v ks]

| Datum | Skutečnost [ks] | Odstranění zmetkovitosti [ks] | Odstranění osobních ztrát [ks] | Odstranění čekání na zahájení výroby [ks] |
|------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|---|
| 18.11.2016 | 390 | 416 | 430 | 450 |
| 20.01.2017 | 478 | 536 | 548 | 562 |
| 27.01.2017 | 247 | 370 | 379 | 388 |
| Průměr | 372 | 441 | 452 | 467 |

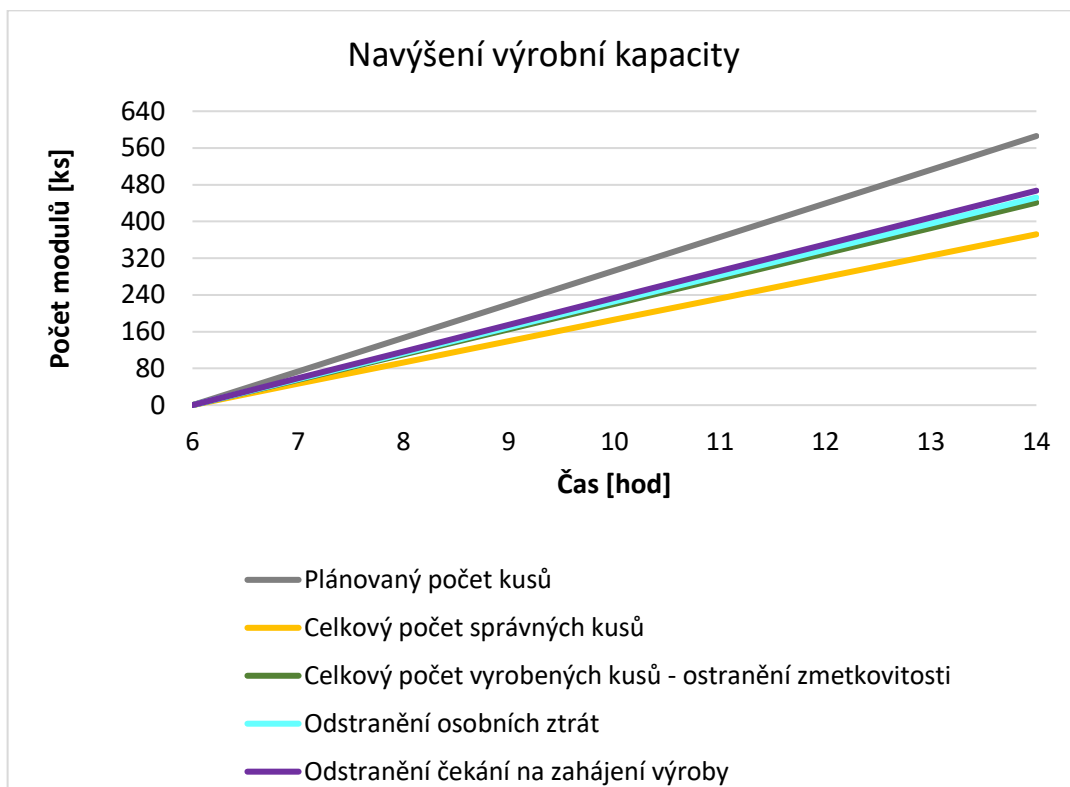
Tabulka 8-6 Postupné navýšení využití výrobní kapacity odstraněním ztrát [v %]

| Datum | Skutečnost | Odstranění zmetkovitosti | Odstranění osobních ztrát | Odstranění čekání na zahájení výroby |
|------------|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 18.11.2016 | 66,55% | 70,99% | 73,38% | 76,79% |
| 20.01.2017 | 81,57% | 91,47% | 93,52% | 95,90% |
| 27.01.2017 | 42,15% | 63,14% | 64,68% | 66,21% |
| - | 63,42% | 72,20% | 77,19% | 79,64% |

Tabulka 8-7 Navýšení využití výrobní kapacity

| Navýšení výrobní kapacity | | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Datum | Odstranění zmetkovitosti | Odstranění osobních ztrát | Odstranění čekání na zahájení výroby |
| 18.11.2016 | 4,44% | 2,39% | 3,41% |
| 20.01.2017 | 9,90% | 2,05% | 2,38% |
| 27.01.2017 | 20,99% | 1,54% | 1,53% |
| - | 8,78% | 4,99% | 2,45% |

Následující obrázek graficky znázorňuje plánovaný počet kusů, celkový počet správných kusů a postupný nárůst výrobní kapacity při odstranění zmetkovitosti, osobních ztrát a čekání na zahájení výroby.



Obrázek 8-1 Grafické znázornění výrobní kapacity

Eliminace oprav

Využíváním principu TPM a dodržováním pravidelných údržeb lze eliminovat množství poruch.

- Snížení prostojů o 15-25 %

Zavedení signalizačního zařízení

Pro zjednodušení přivolání seřizovače je doporučeno umístění signalizačního zařízení na všechna pracoviště a umístění zvukové signalizace, kdy operátor okamžité upozorní seřizovače v případě poruchy.

- Snížení prostojů o 5 %

Vybalancování linky

Dosažením relativně stejných časů cyklu jednotlivých operátorů na lince lze minimalizovat plýtvání způsobeného čekáním pracovníků z důvodu nevybalancování.

- Snížení prostojů o 10 %

Závěr

V teoretické části byla charakterizována štíhlá výroba, dále časové analýzy a normování, které byly využity při zpracování praktické části diplomové práce. Hlavní část teoretického základu pojednává o úzkých místech a plýtvání.

Cílem diplomové práce bylo zmapování a provedení analýzy příčin a následků nejčastěji vznikajících prostojů na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9 ve společnosti Kostal CR, spol. s.r.o..

Nejdříve bylo nutné seznámit se s danou linkou a všemi procesy probíhajícími na jednotlivých pracovištích. Za účelem shromáždění dat o vznikajících prostojích byl vytvořen zaznamenávací arch a definovány sledované činnosti. Pro měření spotřeby času byla zvolena metoda časového snímku dne jednotlivce, která byla aplikována na operátory i seřizovače. Pozorování dané linky proběhlo celkem čtyřikrát a to během ranních směn. Naměřená data byla dále přenesena do MS Excel, aby mohlo dojít k jejich zpracování.

Nejprve bylo provedeno vyhodnocení výsledků z jednotlivých směn. Tím bylo zjištěno procentuální zastoupení sledovaných činností z hlediska operátorů a seřizovače během každé směny. Dále se bylo provedeno porovnání času práce a ztrát a na základě zjištění ztrátových činností byl proveden rozbor všech příčin vznikajících prostojů.

Na základě provedených vyhodnocení byly doporučeny návrhy na zlepšení současného stavu. Především by měl být kladen důraz na dodržování pracovních postupů a pravidelné údržby strojního zařízení. Jako další byly stanoveny návrhy na eliminaci poruch a to rozšíření počtu světelného zařízení na každé pracoviště a instalace zvukového zařízení pro rychlé přivolání seřizovače. Dalším významným bodem pro vylepšení současného stavu je důkladná analýza vznikajících závad a zaměření se na jejich eliminaci. Po odstranění nejčastěji se vyskytujících závad je dále doporučeno vybalancování linky pro odstranění čekání pracovníků a zvýšení výrobního výkonu. Výsledky potvrdily, že se na pracovištích nachází řada prostojů, které nejsou na první pohled viditelné.

Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] Analýza a měření práce. *IPA Czech* [online]. 2007 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/analýza-a-měření-práce>
- [2] Kdy se jedná o prostoj. *Týdeník školství* [online]. 2014 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://www.tydenik-skolstvi.cz/archiv-cisel/2014/15/kdy-se-jedna-o-prostoj/>
- [3] Kostal CR spol. s.r.o.: *Interní materiály společnosti*. Zdice, okres Beroun, 2016.
- [4] *Kostal CR spol. s.r.o.: O společnosti* [online]. [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: <http://www.kostal.cz/a/o-spolecnosti/index.html>
- [5] KOŠTURIÁK, J., BOLEDOVIČ, L., KRIŠŤAK, J., MAREK, M. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 9788025123492.
- [6] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. a kol. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9
- [7] LHOTSKÝ, O. *Organizace a normování práce v podniku*. Vyd. 1. Praha: ASPI, 2005. Lidské zdroje. ISBN 80-7357-095-5
- [8] Pareto diagram. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Pareto-diagram.htm>
- [9] SVOZILOVÁ, A. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0
- [10] SVĚTLÍK, V. Sledování a řízení efektivity výroby: Automatizace výpočtu OEE (koeficientu celkové efektivity zařízení). *SystemOnLine: Časopis IT SYSTEMS* [online]. 2003, 2003(10) [cit. 2016-12-04]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/sledovani-a-rizeni-efektivita-vyroby.htm>
- [11] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.
- [12] VLTAVSKÝ, M., JIZBA, J., KOLÁŘ, J. et al. *Racionalizace a normování práce*. 1. vyd. Trutnov: Dům kultury ROH Trutnov, 1987.
- [13] WOMACK, J. P., JONES, D. T. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press, c2003. ISBN 0743249275.
- [14] Zákoník práce 262/2006 Sb.: HLAVA III PŘEKÁŽKY V PRÁCI NA STRANĚ ZAMĚSTNAVATELE. *Zákony.centrum.cz* [online]. [cit. 2016-12-09]. Dostupné z: <http://zakony.centrum.cz/zakonik-prace/cast-9?full=1>

Seznam příloh

Příloha č. 1: Ukázka vyhodnocení naměřených hodnot v MS Excel

Příloha č. 2: Ukázka vyhodnocení zastoupení jednotlivých činností v MS Excel

Příloha č. 3: Přehled všech oprav na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9

PŘÍLOHA č. 1

Ukázka vyhodnocení naměřených hodnot v MS Excel

| SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------|--|----------|--|-----------|--|---|--|---------------------|--|---------|--|---|--|
| Společnost: | | KOSTAL CR, spol. s r.o. | | Datum: | | 2.12.2016 | | | | | | | | | |
| Pracoviště: | | MLBevo - AG1010 | | Začátek: | | 6:00:00 | | | | | | | | | |
| Pracovník: | | Pracovník 6 | | Konec: | | 9:00:00 | | | | | | | | | |
| Měřil(a): | | Bc. Petra Housarová | | | | | | | | | | | | | |
| Proces: St. 15 - Usadte Gear wheel, Cam follower, Steuergabel GRA, Ausgleichselement a Wickelfederkassette do paletky. | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40,0% | | 32,5% | | 37,1% | | | | | | | | | | | |
| 35,0% | | 30,0% | | 25,1% | | | | | | | | | | | |
| 25,0% | | 20,0% | | 15,0% | | | | | | | | | | | |
| 10,0% | | 5,0% | | 2,0% | | | | | | | | | | | |
| 0,0% | | 0,0% | | 0,4% | | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
| Popis úkolu | | | | | | | | | | Čas celkem: 3:00:00 | | 180,00 | | | |
| Začátek měření | | | | | | | | | | h:min:sec | | min | | | |
| 1 | | | | | | | | | | 6:00:00 | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | 6:16:04 | | 16:07 | | | |
| 3 | | | | | | | | | | 6:17:55 | | 0:01:51 | | | |
| 4 | | | | | | | | | | 6:19:02 | | 0:01:07 | | | |
| 5 | | | | | | | | | | 6:22:34 | | 0:02:45 | | | |
| 6 | | | | | | | | | | 6:22:49 | | 0:00:15 | | | |
| 7 | | | | | | | | | | 6:23:30 | | 0:00:41 | | | |
| 8 | | | | | | | | | | 6:23:56 | | 0:00:26 | | | |
| 9 | | | | | | | | | | 6:25:06 | | 0:01:10 | | | |
| 10 | | | | | | | | | | 6:26:12 | | 0:01:06 | | | |
| 11 | | | | | | | | | | 6:28:20 | | 0:02:08 | | | |
| 12 | | | | | | | | | | 6:28:43 | | 0:00:23 | | | |
| 13 | | | | | | | | | | 6:31:26 | | 0:02:43 | | | |
| 14 | | | | | | | | | | 6:31:58 | | 0:00:32 | | | |
| 15 | | | | | | | | | | 6:33:05 | | 0:01:07 | | | |
| 16 | | | | | | | | | | 6:34:16 | | 0:01:11 | | | |
| 17 | | | | | | | | | | 6:34:42 | | 0:00:26 | | | |
| 18 | | | | | | | | | | 6:36:00 | | 0:01:18 | | | |
| 19 | | | | | | | | | | 6:36:05 | | 0:00:05 | | | |
| 20 | | | | | | | | | | 6:38:44 | | 0:02:39 | | | |
| 21 | | | | | | | | | | 6:42:09 | | 0:03:25 | | | |
| 22 | | | | | | | | | | 6:43:23 | | 0:01:14 | | | |
| 23 | | | | | | | | | | 6:45:44 | | 0:02:21 | | | |
| 24 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:54 | | | |
| 25 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 26 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 27 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 28 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 29 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 30 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 31 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 32 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 33 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 34 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 35 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 36 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 37 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 38 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 39 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |
| 40 | | | | | | | | | | 6:46:38 | | 0:00:00 | | | |

| Sledované činnosti pracovníka | | | | | | | | | |
|-------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|----|
| Pozice | | | | | | | | | |
| Časová náročnost | | | | | | | | | |
| Čas celkem: 3:00:00 | | | | | | | | | |
| Lg% | | | | | | | | | |
| h:min:sec | | | | | | | | | |
| min | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3,7 | 58,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 45,1 | 66,8 | 5,0 | 8 |

| Gra | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|----|
| Osobní potřeby | | | | | | | | | |
| Ztráta osobní | | | | | | | | | |
| Ztráta organizace | | | | | | | | | |
| Ostatní užitečné činnosti | | | | | | | | | |
| Uklid pracoviště | | | | | | | | | |
| Manipulace | | | | | | | | | |
| Montáž | | | | | | | | | |
| Příprava | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3,7 | 58,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 45,1 | 66,8 | 5,0 | 8 |

PŘÍLOHA č. 2

Ukázka vyhodnocení zastoupení jednotlivých činností v MS Excel

Kostal_Snimek_20.1.2017 - Excel

Soubor DOMŮ VLOŽENÍ ROZLOŽENÍ STRÁNKY VZORCE DATA REVIZE ZOBRAZENÍ DOPLŇKY TEAM

Vložit Vložit Kopírovat Kopírovat Vyjmout Kopírovat

Caibri 11 A A Písmo

Podmíněné formátování - jako tabulku - buňky Styly

Formátovat Styly

Vložit Odstřihnout Formát Buňky

Automatické shrnutí Vyplnit Vymazat Úpravy

Seřadit a filtrovat - vy

Y13

| | Příprava | Montáž | Manipulace | Úklid pracoviště | Ostatní užitečné činnosti | Ztráta organizační | Ztráta osobní | Osobní potřeby | Suma (min) |
|--------------|----------|--------|------------|------------------|---------------------------|--------------------|---------------|----------------|------------|
| 1. pracovník | 2,4 | 319,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 111,3 | 7,3 | 40,0 | 480,0 |
| 2. pracovník | 7,1 | 300,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 120,5 | 8,1 | 39,9 | 480,0 |
| 3. pracovník | 6,8 | 274,5 | 0,0 | 0,0 | 9,5 | 138,4 | 10,4 | 40,4 | 480,0 |
| 4. pracovník | 5,2 | 246,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 177,3 | 11,6 | 40,0 | 480,0 |
| 5. pracovník | 2,8 | 198,8 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 233,8 | 13,7 | 40,0 | 480,0 |
| 6. pracovník | 4,4 | 267,5 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 160,7 | 6,2 | 40,7 | 480,0 |
| 7. pracovník | 0,0 | 312,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 121,1 | 5,3 | 41,0 | 480,0 |
| Suma(min) | 28,7 | 1918,3 | 0,0 | 0,0 | 15,5 | 1053,0 | 62,5 | 282,0 | 3380,0 |

Přehled zastoupení jednotlivých činností

Čas práce a ztrát 20. 1. 2017

PRACOVÍŠTĚ

| PRACOVÍŠTĚ | Montáž | Ztráta organizační | Ztráta osobní |
|------------|--------|--------------------|---------------|
| AG 10 | 7,3 | 111,3 | 7,3 |
| AG 40 | 8,1 | 120,5 | 8,1 |
| AG 50 | 10,4 | 138,4 | 10,4 |
| AG 80 | 11,6 | 177,3 | 11,6 |
| AG 90 | 13,7 | 233,8 | 13,7 |
| AG 1010 | 6,2 | 160,7 | 6,2 |
| EOL AG 90 | 5,3 | 121,1 | 5,3 |

Souhrn (20.1.2017)

Seřizovač (20.1.2017) EOL AG 90 (20.1.2017) AG 1010 (20.1.2017) AG 90 (20.1.2017)

PŘÍLOHA č. 3

Přehled všech oprav na lince SMLS MLBevo linka 2 Audi B9

